

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-316493

(43)Date of publication of application : 07.11.2003

(51)Int.Cl.

G06F 3/00
B25J 3/00

(21)Application number : 2002-118188

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 19.04.2002

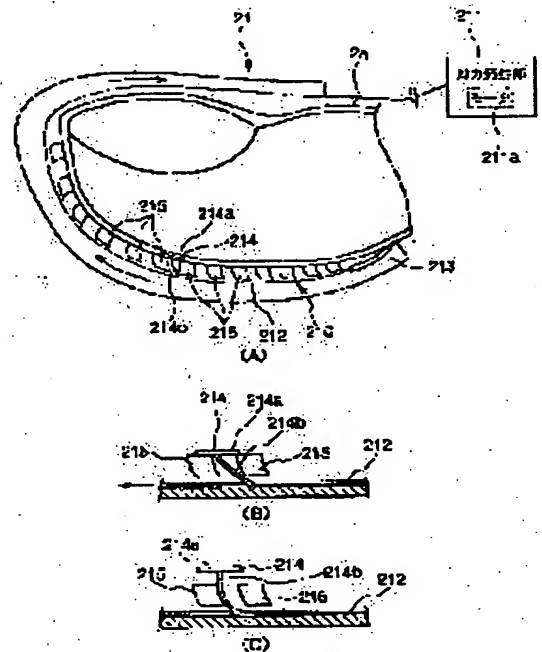
(72)Inventor : SATO SHIGEMI
KUBOTA AKIRA

(54) TACTILE SENSE PRESENTATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a tactile sense presentation device which can present a tactile sense to a finger in accordance with an image in virtual space.

SOLUTION: A real globe is constituted with a tactile sense generator 21 to generate felling of a finger in contact with an object appearing in the virtual space (for example, distribution of contact intensity such as texture, form, strength and the like), a force sense generator to generate the feeling of the strength of the force applied on a hand or a finger in contact with the object appearing in the virtual space, a position posture detector, a control unit, a signal processor, and a signal transmitter receiver. The tactile sense generator 21 is constituted with a plurality of unit tactile sense generators 210 consisting of a power generator 211 equipped with a motor 211a, an actuator wire 212, a wire supporting part 213 to hold one end of the actuator wire 212, a tactile sense presentation pin 214 to apply pressure on a finger pad in order to generate the tactile sense, and a tactile sense presentation pin supporting part 215.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

A. Relevance of the Above-identified Document

This document discloses prior art as technical background of the present invention.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

See the attached English Abstract.

[CLAIMS]

1. A tactile sense providing apparatus, comprising:
wear means, which is worn in a finger; and
tactile sense provoking means for providing a tactile sense for the finger,
wherein:
the tactile sense is provided for the finger in accordance with a virtual space image.
2. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 1, further comprising:
control means for controlling driving of the tactile sense provoking means in accordance with the virtual space image.
3. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 2, wherein:
when the finger touches a target object of the virtual space image, the control means controls the driving of the tactile sense provoking means such that a sense corresponding to a sense of touching the target object is provided for the finger.

4. The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of claims 1 through 3, wherein:

the tactile sense provoking means includes a plurality of individual tactile sense provoking sections including pressing sections for pressing the inside of the finger.

5. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 4, wherein:

the individual tactile sense provoking sections are independent from one another.

6. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 4 or 5, wherein:

the pressing sections are provided along the inside of the finger.

7. The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of claims 4 through 6, wherein:

the pressing sections are so provided in a matrix manner as to correspond to the inside of the finger.

8. The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of claims 4 through 7, wherein:

each of the individual tactile sense provoking sections includes a driving mechanism for driving each of the pressing sections.

9. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 8, wherein:

the driving mechanism includes (i) a stretchable line member to which the pressing section is fixed and which is movably installed, (ii) moving means for causing the line

member to move in a longitudinal direction of the moving means, and (iii) a moving direction regulating means for regulating a moving direction of the pressing section, and

when the line member is moved in a predetermined direction, the pressing section is so guided by the moving direction regulating means as to project into the inside of the finger, so that the inside of the finger is pressed by the pressing section.

10. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 9, further comprising:

momentum rendering means for rendering, to the line member, momentum in a direction reverse to the direction in which the line member is moved such that the pressing section is projected.

11. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 10, wherein:

the momentum rendering means is so provided as to face one end of the line member, and the moving means is so provided as to face another end of the line member, and the pressing portion is so provided as to face a portion between said one end of the line member and said another end thereof.

12. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 10, wherein:

the pressing section also serves as the momentum rendering means.

13. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 10 or 12, wherein:

at least a part of the pressing member is made of an

elastic member, and the momentum is rendered to the line member by restoring force of the elastic member.

14. The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of claims 9 through 13, wherein:

the line member is moved along the inside of the finger.

15. The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of claims 4 through 14, wherein:

the pressing section presses the inside of the finger in a direction substantially perpendicular to the inside of the finger.

16. The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of claims 1 through 15, further comprising:

position detection means for detecting a position of the finger,

wherein:

the tactile sense is provided for the finger in accordance with information supplied from the position detection means.

17. The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of claims 1 through 16, further comprising:

communication means for transmitting or receiving a signal.

18. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 17, wherein:

the tactile sense provoking means is driven in accordance with the signal transmitted from the communication means.

19. The tactile sense providing apparatus as set forth in

any one of claims 1 through 18, further comprising:

image generating means for generating the virtual space image.

20. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 19, wherein:

the image generating means updates the virtual space image in accordance with movement of the finger.

21. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 19 or 20, further comprising:

communication means for transmitting a signal to the image generating means or receiving a signal therefrom.

22. The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of claims 1 through 21, further comprising:

display means for displaying the virtual space image.

23. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 22, wherein:

the display means is worn in a user's face.

24. The tactile sense providing apparatus as set forth in claim 22 or 23, further comprising:

communication means for transmitting a signal to the display means or receiving a signal therefrom.

25. The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of claims 1 through 24, further comprising:

force sense provoking means for providing a force sense for the finger,

wherein:

the tactile sense is provided for the finger in accordance with the virtual space image.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[FIELD OF THE INVENTION]

The present invention relates to a tactile sense providing apparatus.

[0002]

[BACKGROUND ART]

Disclosed in Japanese Unexamined Patent Publication *Tokukaihei* 06-282371 is a virtual space desktop apparatus. The virtual space desktop apparatus is so arranged as to display a virtual space image such as a book, and as to turn a page of the appeared virtual book in response to user's operation of turning the page.

[0003] However, such a conventional apparatus never allows the user to feel texture of a sheet of the book, and to have a sense of touching, e.g., an edge of the sheet. This makes the user feel strange.

[0004] In a normal operation of turning the page, the page is turned in such a manner that: the reader recognizes the edge of the sheet in accordance with the tactile sense, and pinches and raises the sheet (page). However, the conventional apparatus never allows the user to feel the tactile sense in the hands and the fingers. Accordingly, every time the reader turns the page of the book, the reader needs to pay attention to the edge of the sheet of the book so as to bring the fingers to the edge. This is bothering and time-consuming.

[0005]

[PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

The present invention is made so as to provide a tactile

sense providing apparatus for providing the tactile sense in the user's finger in accordance with a virtual space image.

[0006]

[MEANS FOR SOLVING THE PROBLEMS]

The object is achieved by the following present inventions (1) through (25).

[0007] (1) A tactile sense providing apparatus includes: (i) wear means, which is worn in a finger; and (ii) tactile sense provoking means for providing a tactile sense for the finger, wherein: the tactile sense is provided for the finger in accordance with a virtual space image.

[0008] (2) The tactile sense providing apparatus as set forth (1) further includes: control means for controlling driving of the tactile sense provoking means in accordance with the virtual space image.

[0009] (3) The tactile sense providing apparatus as set forth in (2) may be arranged such that: when the finger touches a target object of the virtual space image, the control means controls the driving of the tactile sense provoking means such that a sense corresponding to a sense of touching the target object is provided for the finger.

[0010] (4) The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of (1) through (3) may be arranged such that: the tactile sense provoking means includes a plurality of individual tactile sense provoking sections including pressing sections for pressing the inside of the finger.

[0011] (5) The tactile sense providing apparatus as set forth in (4) may be arranged such that: the individual tactile sense provoking sections are independent from one another.

[0012] (6) The tactile sense providing apparatus as set forth in (4) or (5) may be arranged such that: the pressing sections are provided along the inside of the finger.

[0013] (7) The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of (4) through (6) may be arranged such that: the pressing sections are so provided in a matrix manner as to correspond to the inside of the finger.

[0014] (8) The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of (4) through (7) may be arranged such that: each of the individual tactile sense provoking sections includes a driving mechanism for driving each of the pressing sections.

[0015] (9) The tactile sense providing apparatus as set forth in (8) may be arranged such that: the driving mechanism includes (i) a stretchable line member to which the pressing section is fixed and which is movably installed, (ii) moving means for causing the line member to move in a longitudinal direction of the moving means, and (iii) a moving direction regulating means for regulating a moving direction of the pressing section; and when the line member is moved in a predetermined direction, the pressing section is so guided by the moving direction regulating means as to project into the inside of the finger, so that the inside of the finger is pressed by the pressing section.

[0016] (10) The tactile sense providing apparatus as set forth in (9) further includes: momentum rendering means for rendering, to the line member, momentum in a direction reverse to the direction in which the line member is moved such that the pressing section is projected.

[0017] (11) The tactile sense providing apparatus as set forth in (10) may be arranged such that: the momentum rendering means is so provided as to face one end of the line member, and the moving means is so provided as to face another end of the line member, and the pressing portion is so provided as to face a portion between the one end of the line member and the another end thereof.

[0018] (12) The tactile sense providing apparatus as set forth in (10) may be arranged such that: the pressing section also serves as the momentum rendering means.

[0019] (13) The tactile sense providing apparatus as set forth in (10) or (12) may be arranged such that: at least a part of the pressing member is made of an elastic member, and the momentum is rendered to the line member by restoring force of the elastic member.

[0020] (14) The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of (9) through (13) may be arranged such that: the line member is moved along the inside of the finger.

[0021] (15) The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of (4) through (14) may be arranged such that: the pressing section presses the inside of the finger in a direction substantially perpendicular to the inside of the finger.

[0022] (16) The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of (1) through (15) further includes: position detection means for detecting a position of the finger, wherein: the tactile sense is provided for the finger in accordance with information supplied from the position detection means.

[0023] (17) The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of (1) through (16) further includes: communication means for transmitting or receiving a signal.

[0024] (18) The tactile sense providing apparatus as set forth in (17) may be arranged such that: the tactile sense provoking means is driven in accordance with the signal transmitted from the communication means.

[0025] (19) The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of (1) through (18) further includes: image generating means for generating the virtual space image.

[0026] (20) The tactile sense providing apparatus as set forth in (19) may be arranged such that: the image generating

means updates the virtual space image in accordance with movement of the finger.

[0027] (21) The tactile sense providing apparatus as set forth in (19) or (20) further includes: communication means for transmitting a signal to the image generating means or receiving a signal therefrom.

[0028] (22) The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of (1) through (21) further includes: display means for displaying the virtual space image.

[0029] (23) The tactile sense providing apparatus as set forth in (22) may be arranged such that: the display means is worn in a user's face.

[0030] (24) The tactile sense providing apparatus as set forth in (22) or (23) further includes: communication means for transmitting a signal to the display means or receiving a signal therefrom.

[0031] (25) The tactile sense providing apparatus as set forth in any one of claims 1 through 24 further includes: force sense provoking means for providing a force sense for the finger, wherein: the tactile sense is provided for the finger in accordance with the virtual space image.

[DESCRIPTION OF THE EMBODIMENTS]

...

[0033] Fig. 1 is a diagram schematically illustrating an example of each structure of (i) a tactile sense providing apparatus 1 of Embodiment 1 of the present invention and (ii) a tactile sense/force sense providing system having the tactile sense providing apparatus 1. Fig. 2 is a block diagram illustrating an example of a structure of a circuit of each of real gloves shown in Fig. 1. Fig. 3 is a diagram illustrating an example of an external structure of the real glove shown in Fig.

1.

[0034] As shown in Fig. 1, the tactile sense/force sense providing system includes a pair of real gloves (data gloves) 20, a virtual space display apparatus (display means) 5, an information processing apparatus 8, and a base station 9. The real gloves 20 are respectively worn in the hands (fingers) of the user so as to cause the user to feel a tactile sense and a force sense in the hands and the fingers. The wording "tactile sense" refers to a sense of tactually recognizing texture of an object, a shape thereof, and a distribution of intensity (e.g., strength) of touching the object. The wording "force sense" refers to a sense of force exerted when touching the object. The virtual space display apparatus 5 displays a virtual space image (virtual space video picture). The base station 9 produces the virtual space image, and provides various services using such a virtual space image.

...

[0045] As shown in Fig. 2, each of the real gloves 20 includes tactile sense provoking sections (tactile sense provoking means) 21, force sense provoking sections (force sense provoking means) 22, position/pose detecting sections 23, a control section 24, a signal processing section 25, and a signal transmitting/receiving section 26. Each of the tactile sense provoking sections 21 causes the user to have a feeling of touching, by the fingers, an object (target object) appeared in the virtual space. The feeling of touching refers to the sense of tactually recognizing the texture of the object, the shape thereof, and the distribution of intensity (e.g., strength) of touching the object. Each of the force sense provoking sections 22 causes the user to feel the strength of force exerted on the hand and the fingers when touching the object appeared in the virtual space. The position/pose detecting sections 23 detects respective

positions of portions of the real glove 20 (respective positions of portions of a hand, a wrist, an arm, or a finger, each of which wears the real glove 20). The control section 24 controls the portions of the real glove 20. The signal processing section 25 carries out signal processing such as amplification of a signal to be transmitted to the information processing apparatus 8. The signal transmitting/receiving section 26 carries out wireless communication with the information processing apparatus 8.

[0046] Further, as shown in Fig. 3, the real glove 20 has a substantially long glove-like shape (glove-like shape). In other words, the real glove 20 includes a relatively long glove main body (wear means) 2a extending from each finger to the vicinity of the elbow.

[0047] Formed in the glove main body 2a are: (i) a stopper 27 for holding the worn glove main body 2a pulled in the direction of the elbow (base end) such that the fingers fully fit the glove main body 2a without any idle space; and (ii) a stopper for fixing the wrist; and (iii) a twist absorbing section 29 for absorbing twist in the arm.

[0048] Each of the stoppers 27 and 28 is an elastic member such as a rubber.

[0049] The twist absorbing section 29 is a stretchable member such as a fabric made of a stretchable material. In the present embodiment, the twist absorbing section 29 is made up of three stretchable stripe-like members.

[0050] Further, the glove main body 2a has openings 21a which are so formed in the back of the hand as to correspond to joints of the fingers, respectively.

[0051] Note that a control section 24, an electric power supplying section 30, and a power generating section 211 are provided in a portion positioned in the direction of elbow with respect to the twist absorbing section 29.

[0052] The tactile sense provoking section 21 has main sections which are so provided as to cover portions, which extends from the top joints to the fingertips, when the user wears the real glove 20, respectively. Each of the top joints refers to a joint positioned between the distal phalanx and the middle phalanx. Note that the tactile sense provoking sections 21 have substantially the same structure and exhibit substantially the same, so that the following explanation deals with one of the tactile sense provoking sections 21.

[0053] Each of Figs. 4 is a longitudinal cross sectional view illustrating an example of a structure of the tactile sense provoking section 21. For simplicity, Figs. 4 do not describe some of the respective thicknesses of the members.

[0054] As shown in Fig. 4(A), the tactile sense provoking section 21 includes a plurality of individual tactile sense provoking sections (actuators) 210. The individual tactile sense provoking sections 210 are independent from one another. Each of the individual tactile sense provoking sections 210 is made up of: (i) a power generating section (moving means) 211 including a motor (driving source) 211a; (ii) actuator wires (plastic string members) 212 that are so installed as to be movable in the longitudinal direction; (iii) a wire holding section (momentum rendering means) 213 for holding one end of each of the actuator wires 212; (iv) a tactile sense providing pin (pressing section) 214 for pushing the inner surface of the finger so as to cause the user to feel the tactile sense; and (v) a tactile sense providing pin supporting section (moving direction regulating means) 215 for supporting the tactile sense providing pin 214 and regulating a moving direction of the tactile sense providing pin 214.

[0055] The power generating section 211, the actuator wire 212, and the tactile sense providing pin supporting section

215 constitutes a driving mechanism for driving the tactile sense providing pin 214.

[0056] The power generating section 211 carries out, e.g., the following process. That is, the power generating section 211 carries out driving in accordance with a control signal sent from the control section 24. This causes rotation of the motor 211a provided in the power generating section 211. The actuator wire 212 is reeled by the rotation of the motor 211a. In other words, the power generating section 211 carries out a process of pulling the actuator wire 212 in the longitudinal direction of the actuator wire 212. The control section 24 controls the power generating section 211 in accordance with an instruction sent from the information processing apparatus 8, with the result that the rotation of the motor 211a is carried out at a predetermined torque for a predetermined time. The power generating section 211 thus controlled exerts rotation power to the motor 211a in accordance with the instruction sent from the information processing apparatus 8, thereby carrying out the process of reeling a predetermined length of the actuator wire 212.

[0057] See Fig. 4(A). One end (terminal end) of the actuator wire 212 is held, in the vicinity of the top joint, by the wire holding section 213. The wire holding section 213 is made from an elastic member such as a rubber and a spring.

[0058] Therefore, the actuator wire 212 is reeled off by the driving of the motor 211a of the power generating section 211, and the actuator wire 212 is accordingly moved clockwise, with the result that the wire holding section 213 is stretched. The wire holding section 213 thus stretched has restoring force (elastic force) exerted, on the actuator wire 212, in the anticlockwise direction of the Fig. 4(A) (the direction reverse to the direction in which the actuator wire 212 is moved when

projecting the tactile sense providing pin 214). When the reeling of the actuator wire 212 is stopped in response to the stop of the driving of the motor 211a of the power generating section 211, the wire holding section 213 is so shrunk by the restoring force (elastic force) as to pull the reeled actuator wire 212, with the result that the actuator wire 212 is moved in the anticlockwise direction of Fig. 4(A).

[0059] Note that the power generating section 211 is provided on the side facing the other end (starting end) of the actuator wire 212.

[0060] The tactile sense providing pin 214 is used to cause the user to feel tactile sense in the inside of the fingers (whether or not an object touches the fingers; how strong the object touches; and the like). The tactile sense providing pin 214 is made up of (i) a minute contact plate (contact section) 214a which is a portion making contact with the inside of each of the fingers; and (ii) a supporting section 214b for supporting the contact plate 214a. The supporting section 214b has one end fixed to a part of the actuator wire 212, and has the other end in which the contact plate 214a is provided.

[0061] In the present embodiment, the glove main body 2a of the real glove 20 has a double-structured wearing portion for covering the finger. The wording "double structure" refers to, e.g., such a structure that can contain a member between two members, such as fabrics, superposed with each other. Moreover, the glove main body 2a has an inside (inside of the double structure) in which there are provided a part of the actuator wire 212, the wire holding section 213, the supporting section 214b, and the tactile sense providing pin supporting section 215 for regulating the movement of the tactile sense providing pin 214 such that the tactile sense providing pin 214 does not move in the direction in which the actuator wire 212

moves. Further, the end, in which the contact plate 214a is provided, of the supporting section 214b is projected in the glove main body 2a to which the finger is inserted.

[0062] The present embodiment assumes that the contact plate 214a always makes contact with each fingertip of the hands inserted in the real glove 20; however, the present invention is not limited to this, and the contact plate 214a may be detachable from the fingertip (the contact plate 214a may not be always touched with the fingertip).

[0063] For simplicity, Fig. 4(A) merely describes one individual tactile sense provoking section 210 (one tactile sense providing pin 214); however, in fact, the tactile sense provoking section 21 includes the plural tactile sense provoking sections 210 as described above. The tactile sense providing pins 214 are so provided as to respectively correspond to the inside of the fingers when the user wear the real glove 20. For example, the tactile sense providing pins 214 are provided in the matrix manner along the inside of the fingers.

[0064] The tactile sense supporting sections 215 are so provided as to sandwich each of the tactile sense providing pins 214. Each of such tactile sense supporting sections 215 regulates the movement of the tactile sense providing pin 214 such that the supporting section 214b of the tactile sense providing pin 214 never moves in the direction in which the actuator wire 212 moves.

[0065] Note that the tactile sense providing pins 214 may be provided in a regular manner, or be provided in an irregular manner.

[0066] The following explains how the tactile sense provoking section 21 operates to cause the user to have the feeling of touch. When the user wears the real glove 20 and moves the hands and the fingers so as to touch, with the fingers

(the inside of the fingers), the target object (virtual object) appeared in a virtual space, the information processing apparatus 8 carries out calculation to find a pressure exerted in cases where the user actually touches the object. Then, the information processing apparatus 8 converts the result of the calculation into PWM data of the power generating section 211. The PWM data refers to, e.g., data indicative of an excitation pattern for rotating the motor 211a.

[0067] In this case, the virtual space (three-dimensional space) is represented by the X axis, the Y axis, and the Z axis, which are orthogonally crossed with one another, i.e., is represented by the X-Y-Z coordinate (three-dimensional coordinate). Therefore, the object and user's fingertips are represented by coordinates, respectively. So, when it is detected that the coordinate of a portion of the object is coincide with the coordinate of a portion of a fingertip of the user, the portion of the object is so judged as to make contact with the portion of the fingertip of the user. The coordinate of the user's fingertip is found in accordance with the signal (information) sent from each of the position/pose detecting sections 23 (described later) to the information processing apparatus 8 via the signal transmitting/receiving section 26.

[0068] Next, the information processing apparatus 8 transmits, to the real glove 20, (i) the PWM data thus found and (ii) data for identifying (specifying) a target power generating section 211 by which the contact plate 214a is moved to exert the pressure onto the position onto which pressure is supposed to be exerted if the object was actually touched. The real glove 20 drives the specified power generating section 211 in accordance with the received PWM data such that the actuator wire 212 is reeled off.

[0069] The actuator wire 212 so provided as to correspond

to the inside of the finger is reeled off to move along the inside of the finger in the direction of the fingertip, with the result that the tactile sense providing pin 214 fixed to the actuator wire 212 is moved along the inside of the finger in the direction of the fingertip as shown in Fig. 4(B).

[0070] In this case, the tactile sense providing pin supporting section 215 regulates the movement of the tactile sense providing pin 214 in the fingertip direction as shown in Fig. 4(C), and guides the tactile sense providing pin 214 to an upper portion shown in Fig. 4(C) (the tactile sense providing pin supporting section 215 causes the tactile sense providing pin 214 to project into the inside of the finger). In other words, the contact plate 214a of the tactile sense providing pin 214 is caused to move upward in a manner perpendicular to the surface of the inside of the finger. During standby (initial state), the supporting section 214b of the tactile sense providing pin 214 leans toward the fingertip with respect to the direction perpendicular to the finger tip, as shown in Fig. 4(B). Therefore, when the force causing the contact plate 214a to move upward substantially perpendicularly is exerted, the contact plate 214 is caused to press the inside of the finger in the substantially perpendicular direction. With this, the pressure is exerted on the inside of the finger of the user's hand.

[0071] Such an operation is carried out by specified one of the individual tactile sense provoking sections 210, with the result that the user have a sense of touch in the inside of the finger. As such, the user can have a sense equivalent to the sense of touching, in the inside of the finger, the object (target object) appeared as the virtual space image.

[0072] When the reeling of the actuator wire 212 is stopped in response to the stop of the driving of the motor 211a of the power generating section 211 in the specified individual

tactile sense generating section 210, the wire holding section 213 is shrunk due to the restoring force (elastic force) so as to pull out the reeled actuator wire 212.

[0073] The pull-out causes the actuator 212, positioned to meet the inside of the finger, to move along the inside of the finger in the base end direction of the finger (right-hand side of Fig. 4(c)). Accordingly, the tactile sense providing pin 214 fixed to the actuator wire 212 is caused to move along the inside of the finger in the base end direction of the finger, with the result that the tactile sense providing pin 214 is brought back to the initial state shown in Fig. 4(B). This substantially releases the pressure having been exerted on the inside of finger by the tactile sense providing pin 214.

[0074] As such, in the tactile sense provoking section 21, the actuator wire 212 is provided substantially in parallel with the inside of the finger (provided along the inside of the finger). Moreover, the reeling-off of the actuator wire 212 thus provided makes it possible to exerts force substantially perpendicularly onto the inside of the finger. With this, the mechanism for providing the tactile sense becomes thinner. This allows the real glove 20 to have a minimal thickness in the side meeting the inside of the finger.

[0075] This also allows prevention of relaxation of the actuator wire 212, so that pressure having a target strength can be exerted precisely and surely onto the inside of the finger of the user by the tactile sense providing pin 214.

[0076] Each of Fig. 5 and Fig. 6 is an external view illustrating an example of a structure of each of the force sense provoking sections 22. Note that Fig. 5 illustrates that a frame cover is detached from the force sense provoking section 22.

[0077] As shown in Fig. 5, the force sense provoking sections 22 are provided on the back of the fingers when the

user wears the real glove 20, respectively. Note that the structures of the force sense provoking sections 22 and the effect thereof are substantially the same, so that explanation thereof is focused on one of the force sense provoking sections 22.

[0078] The force sense provoking section 22 includes: (i) a link mechanism including a plurality of (six in the present embodiment) frames 221 rotatably connected to one another; (ii) a plurality of (seven in the present embodiment) link motors (driving sources) 222 for respectively rotating the frames 221; and (iii) a plurality of (four in the present embodiment) frame holders 2b provided in the glove main body 2a.

[0079] The frame holders 2b are respectively provided in the following installation portions (1) through (4): (1) an installation portion corresponding to a portion positioned between each top joint of the user's fingers and each fingertip thereof; (2) an installation portion corresponding to a portion positioned between each top joint and each second joint (joint positioned between the middle phalanx and the proximal phalanx); (3) an installation portion corresponding to a portion positioned between each second joint and each third joint; and (4) an installation portion corresponding to a portion positioned between the base end of each finger and each third joint (joint positioned between the proximal phalanx and the metacarpal bone).

[0080] The link mechanism is fixed to a side of the glove main body 2a by the frame holders 2b in such a manner that the link mechanism is positioned in the back of each finger when the user wears the real glove 20.

[0081] In other words, a frame 221 provided in the top end (right-hand side in Fig. 5) of the link mechanism is positioned such that the end of the frame 221 is positioned

within the portion between the top joint of the user's finger and the fingertip thereof when the user wears the real glove 20. The top end of the frame 221 is rotatably held by a frame holder 2b.

[0082] On the other hand, a frame 221 provided in the base end (left-hand side in Fig. 5) of the link mechanism is positioned such that the end of the frame 221 is positioned within the portion between the third joint of the user's finger and the base end thereof when the user wears the real glove 20. The top end of the frame 221 is rotatably held by a frame holder 2b.

[0083] The other frames 211 are provided in the following manner. That is, frames 221 are positioned in the portion between the top joint and the second joint with a frame connecting section therebetween, when the user wears the real glove 20. On the other hand, frames 221 are positioned in the portion between the second joint and the third joint with a frame connecting section therebetween, when the user wears the real glove 20. The frames 221 are rotatably held by frame holders 2b in the frame connecting sections, respectively.

[0084] The driving force (rotation force) generated by the link motors 222 is transferred to the corresponding frames 221 via force transferring sections (not shown), respectively. Specifically, when each of the link motors 222 is driven to rotate in a predetermined direction, a frame 221 corresponding to the link motor 222 accordingly rotates in the predetermined direction, with the result that an angle of the frame 221 is changed (adjusted).

[0085] Note that Fig. 5 illustrates a bundle 212a of the aforementioned actuator wires 212.

[0086] The frames 221 and the link motors 222 of the force sense provoking section 22 are contained in, e.g., a fabric frame cover 2c as shown in Fig. 6.

[0087] Provided in inside of the frame cover 2c are the plurality of (four in the present embodiment) position/pose detecting sections (position detecting means) 23 as shown in Fig. 6. Each of the position/pose detecting sections 23 is so provided as to maintain a certain position with respect to a target portion (detection position) for the position/pose detection.

[0088] Specifically, in the present embodiment, the position/pose detecting section 23 is installed and fixed to the link motor 222 fixed to the position in which each of the frame holders 2b is provided. This makes it possible that the portion in which the position/pose detecting section 23 is provided is maintained to be in a certain position with respect to a predetermined position on the palm side of the user's hand. Therefore, the position/pose detecting section 23 detects the position and the pose of the position/pose detection section 23, thereby detecting easily and precisely the position of the predetermined portion on the palm side of the user's hand.

[0089] Further, the position/pose detecting section 23 is provided on the side facing the back of the hand. This makes it possible for the real glove 20 to have a thickness of the portion facing the inside of the user's hand, as thin as possible.

[0090] Further, as shown in Fig. 3, such a position/pose detecting section 23 is also provided in a position which corresponds to a portion positioned in the base end of the arm of the real glove 20 when the use wears the real glove 20.

[0091] These position/pose detecting sections 23 make it possible to surely recognize the positions and the poses of portions covered by real glove 20, respectively. Examples of such portions include the fingers, the hands, the wrists, and the arms.

[0092] The following describes a force sense causing

movement of the force sense provoking section 22. When the user wearing the real glove 20 moves his/her hands or fingers to virtually touch the object (virtual object) appeared in the virtual space, the information processing apparatus 8 calculates a reaction force that would have been applied by the object against the fingers (respective joints of the fingers) if the object and the fingers were in actual contact. Then, the calculation result is converted into the PWM data for the link motors 222 (for example, data indicating the excitation pattern for rotating the link motors 222).

[0093] Judgment whether or not the object and hands/fingers of the user are in contact is carried out in the same manner as of the tactile sense provoking section 21.

[0094] The information processing apparatus 8 transmits the data to the real glove 20: the converted PWM data, and the data indicating target link motors 222 to be driven. The real glove 20 rotates, according to the supplied data, the designated link motors 222 in predetermined directions, respectively. Then, the real glove 222 rotates corresponding frames 221 in predetermined directions, and adjusts angles of the frames 221, respectively. In other words, the angles of the frames 221 provided at both ends of the link mechanism and the angles of the frame connecting sections are adjusted.

[0095] The angles of the frames 221 are adjusted as such, so that predetermined forces are applied to the predetermined frame holders 2b, respectively. Consequently, forces corresponding to the reaction forces which is supposed to be exerted from the object appeared in the virtual space are applied to the joints of the fingers of the user, respectively. In other words, the user is caused to feel the force sense in the joints of the fingers.

[0096] Here, the force sense provoking section 22 has a

function of adjusting the intervals among the worn sections that are to be worn in the positions of the fingers (the force sense provoking section 22 functions also as adjustment means).

[0097] For example, as illustrated in Fig. 5, the predetermined frames 221 are rotated, and the angles of the frames 221 are adjusted, so that intervals between the frame holders 2b can be widened or narrowed.

[0098] Fig. 7 is a block diagram illustrating a structure of the position/pose detecting section 23. In the present embodiment, the position/pose detecting section 23 uses an orthogonal coil type positioning sensor. Specifically, as illustrated in Fig. 7, the position/pose detecting section 23 is constituted with an X-direction detecting coil 231, a Y-direction detecting coil 232, and a Z-direction detecting coil 233. The X-direction, the Y-direction, and the Z-direction are orthogonal to one another.

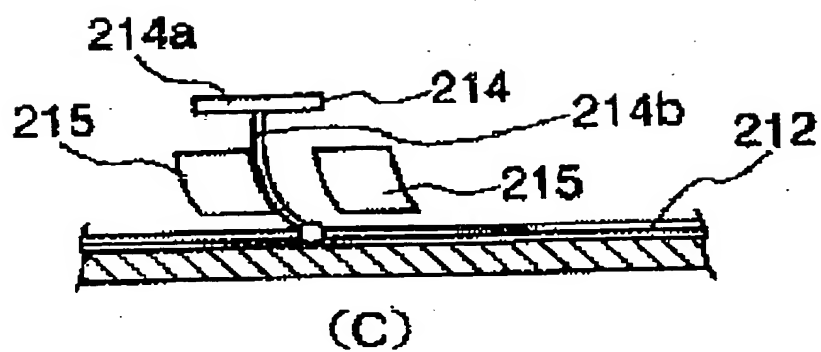
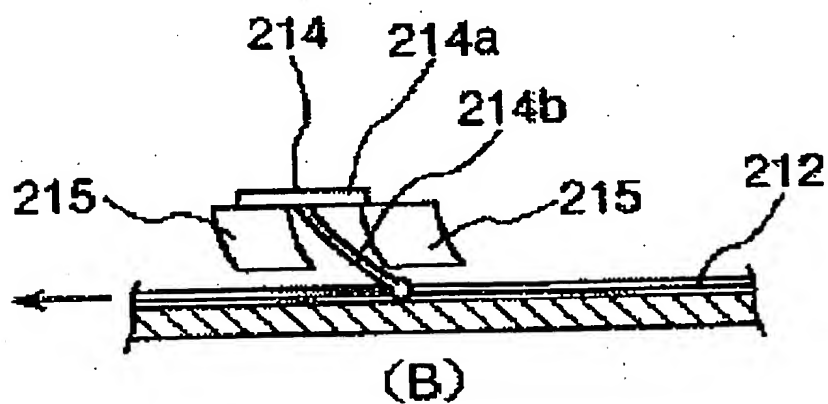
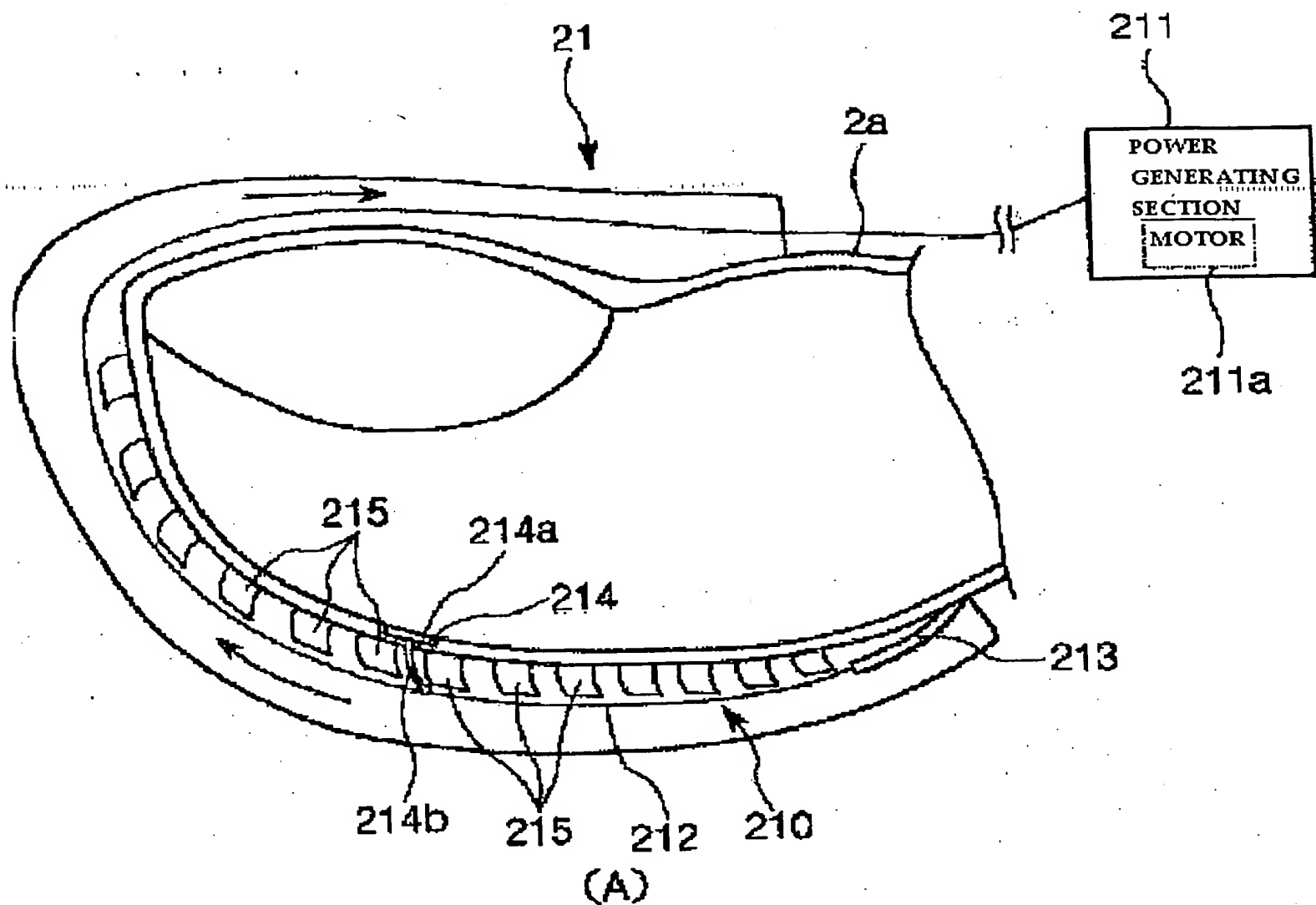
[0099] Further, the information processing apparatus 8 includes a magnetic field exciting section (not illustrated) for exciting a magnetic field. Used as the magnetic field exciting section is, for example, a magnetic field exciting device having substantially the same structure as the position/pose detecting section 23. In other words, an orthogonal coil type magnetic field exciting device (X-direction coil, Y-direction coil, Z-direction coil) is used as the magnetic field exciting section.

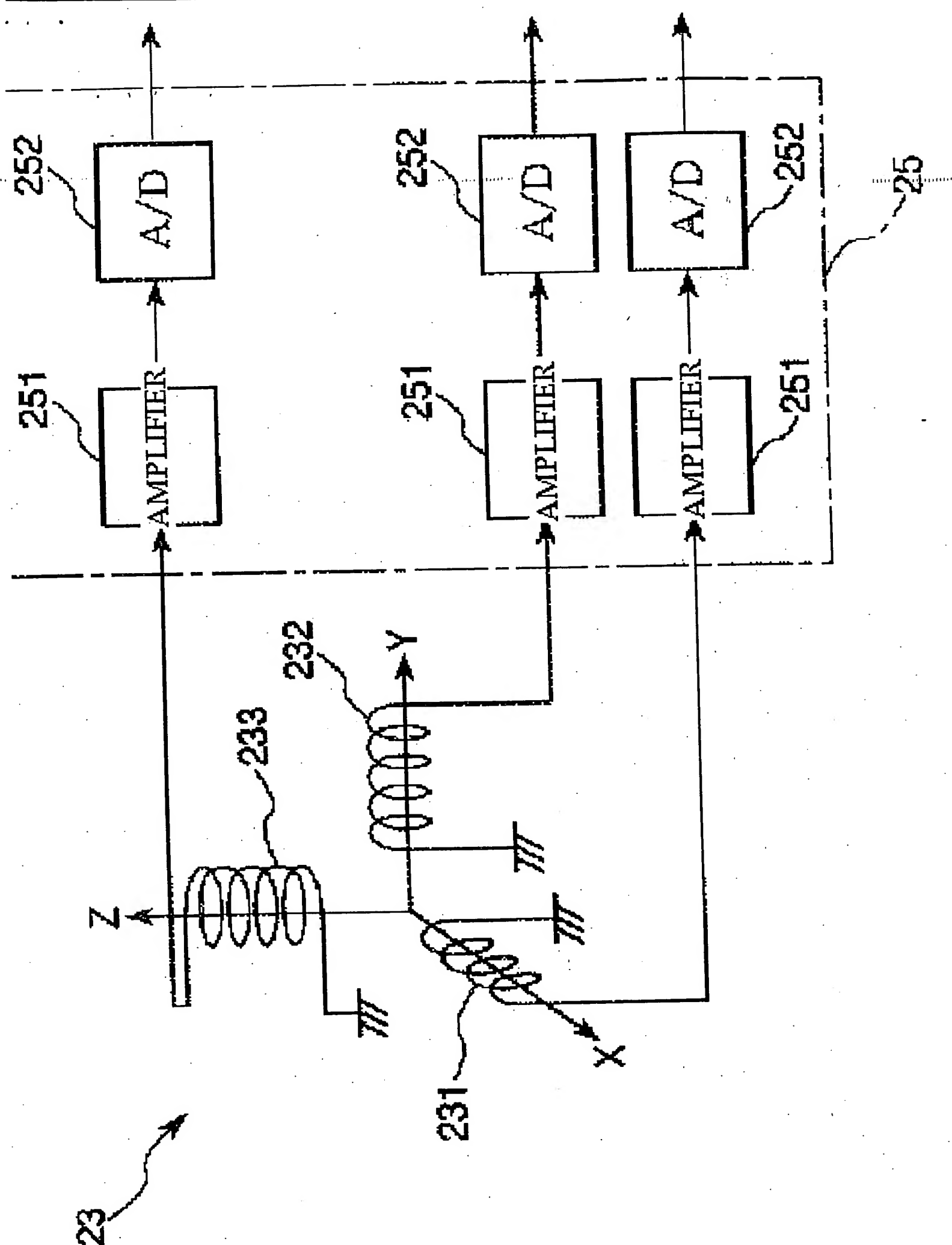
[0100] Magnetic fields excited by the magnetic field exciting section are detected by the position/pose detecting section 23. In this case, the magnetic fields are sequentially excited by the X-direction coil, the Y-direction coil, and Z-direction coil of the magnetic field exciting section. Then, the magnetic fields are detected by using the X-direction detecting coil 231, the Y-direction detecting coil 232, and the Z-direction detecting coil 233 of the position/pose detecting section 23,

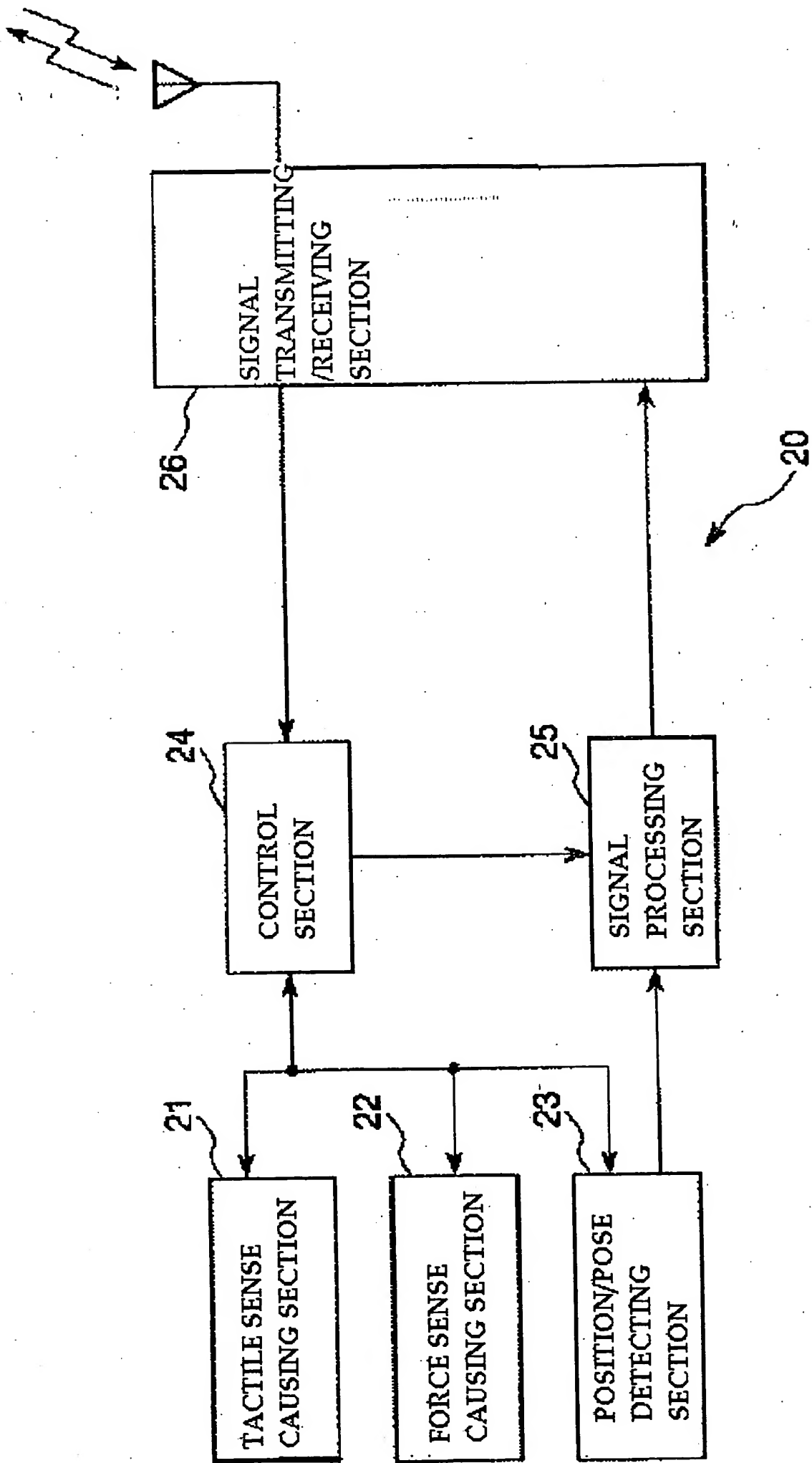
respectively.

[0101] In this way, the position/pose detecting section 23 detects the signals (detection data) indicating how the respective portions of the real glove 20 are positioned in the X, Y, and Z directions. Then, the signals are amplified by amplifiers 251 of the signal processing section 25, respectively. Thereafter, the signals thus amplified are transmitted to the information processing apparatus 8 via the signal transmitting/receiving section 26 of the A/D converting section 2.

[0102] The information processing apparatus 8 thus having received the signals finds, in accordance with the signals (information), locations and poses of the portions (for example the fingers, the hands, the wrists, or the arms) wearing the real glove 20. Information on the locations and the poses is used in predetermined processes.







(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-316493
(P2003-316493A)

(43) 公開日 平成15年11月7日 (2003.11.7)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 6 F 3/00	6 8 0	C 0 6 F 3/00	6 8 0 D 3 C 0 0 7
	6 1 0		6 1 0 5 E 5 0 1
B 2 5 J 3/00		B 2 5 J 3/00	A

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-118188(P2002-118188)

(22) 出願日 平成14年4月19日 (2002.4.19)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 佐藤 茂美

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 窪田 晃

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100091292

弁理士 増田 達哉 (外1名)

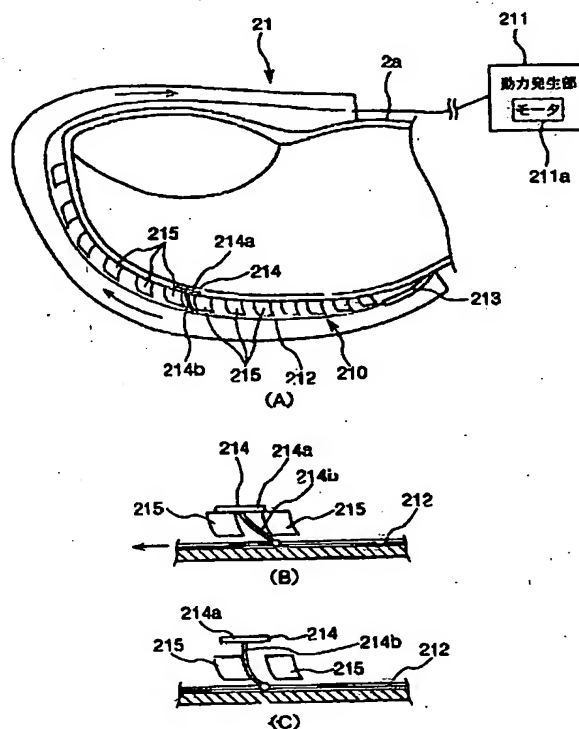
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 触覚提示装置

(57) 【要約】

【課題】 仮想空間画像に応じて、指に対して触覚を提示することができる触覚提示装置を提供する。

【解決手段】 リアルグローブは、仮想空間に現れている物体に接触した指の感覚（例えば、質感、形状、強さ等の接触強度の分布）を発生させるための触覚発生部21と、仮想空間に現れている物体に接触したときに手や指にかかる力の強さの感覚を発生させるための力覚発生部と、位置姿勢検出部と、制御部と、信号処理部と、信号送受信部とを有している。触覚発生部21は、モータ211aを備える動力発生部211と、アクチュエータワイヤ212と、アクチュエータワイヤ212の一端を保持するワイヤ保持部213と、触覚を発生させるために指腹を押圧する触覚提示ピン214と、触覚提示ピン支持部215とで構成される複数の単位触覚発生部210を有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 指に装着する装着手段と、指に与える触覚を発生する触覚発生手段とを有し、

仮想空間画像に応じて、指に対して触覚を提示するよう構成されていることを特徴とする触覚提示装置。

【請求項2】 前記仮想空間画像に応じて前記触覚発生手段の駆動を制御する制御手段を有する請求項1に記載の触覚提示装置。

【請求項3】 前記制御手段は、前記仮想空間画像において対象物に指が接触したとき、その接触に相当する感覚が指腹に得られるように前記触覚発生手段の駆動を制御する請求項2に記載の触覚提示装置。

【請求項4】 前記触覚発生手段は、指腹を押圧する押圧部を備えた単位触覚発生部を複数有する請求項1ないし3のいずれかに記載の触覚提示装置。

【請求項5】 前記単位触覚発生部は、互いに独立している請求項4に記載の触覚提示装置。

【請求項6】 前記押圧部は、指腹に沿って配置されている請求項4または5に記載の触覚提示装置。

【請求項7】 前記押圧部は、指腹に対し行列状に配置されている請求項4ないし6のいずれかに記載の触覚提示装置。

【請求項8】 前記単位触覚発生部は、前記押圧部を駆動する駆動機構を有する請求項4ないし7のいずれかに記載の触覚提示装置。

【請求項9】 前記駆動機構は、前記押圧部が固定され、移動可能に設置された可撓性を有する線状体と、前記線状体をその長手方向に移動させる移動手段と、前記押圧部の移動方向を規制する移動方向規制手段とを有し、

前記線状体が所定方向に移動すると、前記押圧部が前記移動方向規制手段によりガイドされて指腹に向かって突出し、該押圧部により指腹が押圧されるよう構成されている請求項8に記載の触覚提示装置。

【請求項10】 前記押圧部を突出させるときの前記線状体の移動方向と逆方向に、該線状体を付勢する付勢手段を有する請求項9に記載の触覚提示装置。

【請求項11】 前記付勢手段は、前記線状体の一端側に位置し、前記移動手段は、前記線状体の他端側に位置し、前記押圧部は、前記線状体の途中に位置する請求項10に記載の触覚提示装置。

【請求項12】 前記押圧部は、前記付勢手段を兼ねる請求項10に記載の触覚提示装置。

【請求項13】 前記押圧部の少なくとも一部は、弾性体で形成されており、該弾性体の復元力により、前記線状体を付勢するよう構成されている請求項10または12に記載の触覚提示装置。

【請求項14】 前記線状体は、指腹に沿って移動するよう構成されている請求項9ないし13のいずれかに記載の触覚提示装置。

【請求項15】 前記押圧部が、指腹を該指腹に対して略垂直な方向に押圧するよう構成されている請求項4ないし14のいずれかに記載の触覚提示装置。

【請求項16】 指の位置を検出する位置検出手段を有し、該位置検出手段からの情報に基づいて、指に対して触覚を提示するよう構成されている請求項1ないし15のいずれかに記載の触覚提示装置。

【請求項17】 信号の送信または受信を行う通信手段を有する請求項1ないし16のいずれかに記載の触覚提示装置。

【請求項18】 前記通信手段から送信される信号に基づいて、前記触覚発生手段が駆動するよう構成されている請求項17に記載の触覚提示装置。

【請求項19】 仮想空間画像を作成する画像作成手段を有する請求項1ないし18のいずれかに記載の触覚提示装置。

【請求項20】 前記画像作成手段は、指の動きに応じて仮想空間画像を更新するよう構成されている請求項19に記載の触覚提示装置。

【請求項21】 前記画像作成手段に対して信号の送信または受信を行う通信手段を有する請求項19または20に記載の触覚提示装置。

【請求項22】 仮想空間画像を表示する表示手段を有する請求項1ないし21のいずれかに記載の触覚提示装置。

【請求項23】 前記表示手段は、顔面に装着して使用するものである請求項22に記載の触覚提示装置。

【請求項24】 前記表示手段に対して信号の送信または受信を行う通信手段を有する請求項22または23に記載の触覚提示装置。

【請求項25】 指に与える力覚を発生する力覚発生手段を有し、仮想空間画像に応じて、指に対して力覚を提示するよう構成されている請求項1ないし24のいずれかに記載の触覚提示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、触覚提示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】特開平6-282371号には、本等の仮想空間画像が表示され、ユーザ（使用者）が、表示された仮想の本のページをめくる動作をすると、その動作に応じて、前記本のページがめくれるように構成された仮想空間デスクトップ装置が開示されている。

【0003】しかしながら、前記従来の装置では、ユーザは、手や指で、本の用紙の質感や、用紙の例えばエッジに接触したときの感触などを感じることができないため、違和感を感じる。

【0004】また、本のページめくりの際は、指の感触により本の用紙のエッジを認識し、その用紙（ページ）

を指で挟んで持ち上げるようにしてページをめくるのが自然の動作であるが、前記従来の装置では本に対して手や指による感触が得られないので、本のページをめくる動作の度に、本の用紙のエッジに注目して、そのエッジに指を移動させる動作などが必要となり、前記本のページめくりに手間と時間がかかる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、仮想空間画像に応じて、指に対して触覚を提示することができる触覚提示装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記(1)～(25)の本発明により達成される。

【0007】(1) 指に装着する装着手段と、指に与える触覚を発生する触覚発生手段とを有し、仮想空間画像に応じて、指に対して触覚を提示するよう構成されていることを特徴とする触覚提示装置。

【0008】(2) 前記仮想空間画像に応じて前記触覚発生手段の駆動を制御する制御手段を有する上記(1)に記載の触覚提示装置。

【0009】(3) 前記制御手段は、前記仮想空間画像において対象物に指が接触したとき、その接触到相当する感覚が指腹に得られるように前記触覚発生手段の駆動を制御する上記(2)に記載の触覚提示装置。

【0010】(4) 前記触覚発生手段は、指腹を押圧する押圧部を備えた単位触覚発生部を複数有する上記(1)ないし(3)のいずれかに記載の触覚提示装置。

【0011】(5) 前記単位触覚発生部は、互いに独立している上記(4)に記載の触覚提示装置。

【0012】(6) 前記押圧部は、指腹に沿って配置されている上記(4)または(5)に記載の触覚提示装置。

【0013】(7) 前記押圧部は、指腹に対し行列状に配置されている上記(4)ないし(6)のいずれかに記載の触覚提示装置。

【0014】(8) 前記単位触覚発生部は、前記押圧部を駆動する駆動機構を有する上記(4)ないし(7)のいずれかに記載の触覚提示装置。

【0015】(9) 前記駆動機構は、前記押圧部が固定され、移動可能に設置された可撓性を有する線状体と、前記線状体をその長手方向に移動させる移動手段と、前記押圧部の移動方向を規制する移動方向規制手段とを有し、前記線状体が所定方向に移動すると、前記押圧部が前記移動方向規制手段によりガイドされて指腹に向って突出し、該押圧部により指腹が押圧されるよう構成されている上記(8)に記載の触覚提示装置。

【0016】(10) 前記押圧部を突出させるときの前記線状体の移動方向と逆方向に、該線状体を付勢する付勢手段を有する上記(9)に記載の触覚提示装置。

【0017】(11) 前記付勢手段は、前記線状体の

一端側に位置し、前記移動手段は、前記線状体の他端側に位置し、前記押圧部は、前記線状体の途中に位置する上記(10)に記載の触覚提示装置。

【0018】(12) 前記押圧部は、前記付勢手段を兼ねる上記(10)に記載の触覚提示装置。

【0019】(13) 前記押圧部の少なくとも一部は、弾性体で形成されており、該弾性体の復元力により、前記線状体を付勢するよう構成されている上記(10)または(12)に記載の触覚提示装置。

【0020】(14) 前記線状体は、指腹に沿って移動するよう構成されている上記(9)ないし(13)のいずれかに記載の触覚提示装置。

【0021】(15) 前記押圧部が、指腹を該指腹に対して略垂直な方向に押圧するよう構成されている上記(4)ないし(14)のいずれかに記載の触覚提示装置。

【0022】(16) 指の位置を検出する位置検出手段を有し、該位置検出手段からの情報に基づいて、指に対して触覚を提示するよう構成されている上記(1)ないし(15)のいずれかに記載の触覚提示装置。

【0023】(17) 信号の送信または受信を行う通信手段を有する上記(1)ないし(16)のいずれかに記載の触覚提示装置。

【0024】(18) 前記通信手段から送信される信号に基づいて、前記触覚発生手段が駆動するよう構成されている上記(17)に記載の触覚提示装置。

【0025】(19) 仮想空間画像を作成する画像作成手段を有する上記(1)ないし(18)のいずれかに記載の触覚提示装置。

【0026】(20) 前記画像作成手段は、指の動きに応じて仮想空間画像を更新するよう構成されている上記(19)に記載の触覚提示装置。

【0027】(21) 前記画像作成手段に対して信号の送信または受信を行う通信手段を有する上記(19)または(20)に記載の触覚提示装置。

【0028】(22) 仮想空間画像を表示する表示手段を有する上記(1)ないし(21)のいずれかに記載の触覚提示装置。

【0029】(23) 前記表示手段は、顔面に装着して使用するものである上記(22)に記載の触覚提示装置。

【0030】(24) 前記表示手段に対して信号の送信または受信を行う通信手段を有する上記(22)または(23)に記載の触覚提示装置。

【0031】(25) 指に与える力覚を発生する力覚発生手段を有し、仮想空間画像に応じて、指に対して力覚を提示するよう構成されている上記(1)ないし(24)のいずれかに記載の触覚提示装置。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の触覚提示装置を添

付図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0033】図1は、本発明の触覚提示装置の第1実施形態およびその触覚提示装置を有する触覚・力覚提示システムの構成例を示す概念図、図2は、図1に示すリアルグローブの回路構成例を示すブロック図である。図3は、図1に示すリアルグローブの外観構成例を示す外観図（一部図示を省略）である。

【0034】図1に示すように、触覚・力覚提示システム1は、ユーザ（使用者）の手（指）に装着され、装着された手や各指に対して触覚（触った感覚、例えば、質感、形状、強さ等の接触強度の分布）や力覚（触ったときに加わる力の感覚）を与える一対のリアルグローブ（データグローブ）20、20と、仮想空間画像（仮想空間映像）を表示する仮想空間表示装置（表示手段）5と、情報処理装置8と、仮想空間画像を作成し、仮想空間画像を用いた各種のサービスを提供する基地局9とを備えている。

【0035】各リアルグローブ20、仮想空間表示装置5、情報処理装置8および基地局9は、それぞれ、無線で信号の送信および受信（無線通信）を行うことができる無線通信機能（無線通信手段）を有しており、情報処理装置8と、各リアルグローブ20、仮想空間表示装置5および基地局9との間で、それぞれ、通信を行うことができるようになっている。

【0036】この触覚・力覚提示システム1は、基地局9、仮想空間表示装置5および各リアルグローブ20から供給された情報にもとづいて情報処理装置8によって作成（生成）された仮想空間画像を仮想空間表示装置5に表示し、リアルグローブ20を装着した手や指を動作させることによってその手や指が仮想空間に表示された物体に仮想的に接触した場合等に、その様子を仮想空間表示装置5に表示するとともに、接触したときの触覚や力覚をリアルグローブ20を装着した手や各指に与えるための各処理を行う。

【0037】情報処理装置8は、例えば、携帯電話端末、無線通信機能を有するパーソナルコンピュータ、PDA（Personal Digital Assistants）と呼ばれる携帯型情報機器などの、無線通信機能（通信手段）および制御機能（制御手段）を備えた各種の装置により構成される。

【0038】また、基地局9は、例えば、インターネット上に設けられているインターネットサーバなどの、仮想空間画像に関する情報を提供する各種の装置により構成される。

【0039】なお、本実施形態では、各リアルグローブ20、仮想空間表示装置5、情報処理装置8および基地局9が無線通信機能を有する構成としているが、例えば、その一部またはすべてが有線通信を行う構成とされていてもよい。

【0040】また、情報処理装置8が、基地局9の機能

の一部またはすべてを有していてもよい。

【0041】また、リアルグローブ20が、仮想空間表示装置5、情報処理装置8および基地局9の機能の一部またはすべてを有していてもよい。

【0042】ここで、触覚提示装置（触覚・力覚提示装置）2は、本実施形態では、一対のリアルグローブ20、20、すなわち、ユーザの左手に装着される左手用のリアルグローブ20と、ユーザの右手に装着される右手用のリアルグローブ20とで構成されている。以下の説明では、代表的に一方のリアルグローブ20を説明する。

【0043】なお、本発明では、触覚提示装置2は、一方のリアルグローブ20で構成されていてもよい。

【0044】また、本発明では、触覚提示装置2は、リアルグローブ20の他に、仮想空間表示装置5、情報処理装置8および基地局9のうちの、いずれか1つ、または、2つ、または、すべてを有していてもよい。この場合、触覚提示装置2は、それらの有する機能の一部を有していてもよく、また、すべてを有していてもよい。

【0045】図2に示すように、リアルグローブ20は、仮想空間に現れている（仮想空間画像上の）物体（対象物）に接触した指の感覚（例えば、質感、形状、強さ等の接触強度の分布）を発生させるための触覚発生部（触覚発生手段）21と、仮想空間に現れている物体に接触したときに手や指にかかる力の強さの感覚を発生させるための力覚発生部（力覚発生手段）22と、リアルグローブ20の各部の位置（リアルグローブ20を装着した手、手首、腕、指等の各部の位置）を検出する位置姿勢検出部23と、リアルグローブ20の各部を制御する制御部24と、情報処理装置8に送信するための信号の増幅等の信号処理を行う信号処理部25と、情報処理装置8との間で無線通信を行うための信号送受信部26とを有している。

【0046】また、図3に示すように、リアルグローブ20の全体形状は、略長手袋状（手袋状）をなしている。すなわち、リアルグローブ20は、その装着者（ユーザ）の指から腕の肘近傍まで装着する（比較的長い）手袋（装着手段）2aを有している。

【0047】手袋2aには、手や腕に装着されたその手袋2aを肘方向（基端側）に引っ張った状態で保持することで指先に遊びができてしまうのを防止するストッパ27と、手首部分を固定するためのストッパ28と、腕でのねじれを吸収するねじれ吸収部29とが、それぞれ形成されている。

【0048】ストッパ27、28は、それぞれ、例えば、各種ゴム等の弾性体で形成される。

【0049】また、ねじれ吸収部29は、例えば、伸縮性のある材料で構成された布等の伸縮性のある部材で形成される。このねじれ吸収部29は、本実施形態では、3本の伸縮性のある帯状の部材で構成されている。

【0050】また、手袋2aの各指の背側の関節に対応する部分には、それぞれ、開口21aが形成されている。

【0051】なお、リアルグローブ20には、ねじれ吸収部29よりも肘方向に位置する部分に、制御部24、電力供給部30、動力発生部211などが設けられている。

【0052】触覚発生部21の主要部は、ユーザがリアルグローブ20を装着したときに、ユーザの各指の第1関節（末節骨と中節骨との間の関節）から先の指先部分を覆う位置にそれぞれ設けられている。なお、各触覚発生部21の構成および作用は、ほぼ同様であるので、以下、代表的に、そのうちの1つについて説明する。

【0053】図4は、触覚発生部21の構成例を示す縦断面図である。なお、図が煩雑になるのを避けるため、図中、一部、部材の厚みを省略して図示する。

【0054】触覚発生部21は、図4(A)に示すように、モータ（駆動源）211aを備える動力発生部（移動手段）211と、長手方向に移動可能に設置されたアクチュエータワイヤ（可撓性を有する線状体）212と、アクチュエータワイヤ212の一端を保持するワイヤ保持部（付勢手段）213と、触覚を発生させるために指腹を押圧する触覚提示ピン（押圧部）214と、触覚提示ピン214を支持するとともに触覚提示ピン214の移動方向を規制する触覚提示ピン支持部（移動方向規制手段）215とで構成される複数の単位触覚発生部（アクチュエータ）210を有している。各単位触覚発生部210は、互いに独立している。

【0055】なお、前記動力発生部211と、アクチュエータワイヤ212と、触覚提示ピン支持部215とで、触覚提示ピン214を駆動する駆動機構が構成される。

【0056】動力発生部211は、例えば、制御部24からの制御信号に応じて内部に備えるモータ211aを回転駆動し、そのモータ211aの回転駆動によってアクチュエータワイヤ212を巻き取る処理（アクチュエータワイヤ212をアクチュエータワイヤ212の長手方向に移動させる処理）を行う。制御部24は、情報処理装置8からの指示に従って、モータ211aの回転駆動が所定のトルクで所定時間なされるように動力発生部211を制御する。動力発生部211は、情報処理装置8からの指示に従ってモータ211aに回転動力を与えることで、アクチュエータワイヤ212を所定の長さ巻き取る処理を行う。

【0057】ワイヤ保持部213は、図4(A)に示すように、この実施形態では指の第1関節の近傍でアクチュエータワイヤ212の一端（終端）を保持する。このワイヤ保持部213は、例えばゴムやバネなどの弾性を有する部材（弾性体）により構成される。

【0058】従って、動力発生部211のモータ211

aの駆動によりアクチュエータワイヤ212が巻き取られ、そのアクチュエータワイヤ212が図4(A)中の時計回りに移動すると、それに伴ってワイヤ保持部213が伸張し、アクチュエータワイヤ212は、ワイヤ保持部213の復元力（弾性力）により、図4(A)中の反時計回りの方向（触覚提示ピン214を突出させるときのアクチュエータワイヤ212の移動方向と逆方向）に付勢される。そして、動力発生部211のモータ211aの駆動が停止し、アクチュエータワイヤ212の巻き取り状態が解除されると、ワイヤ保持部213が復元力（弾性力）によって収縮し、これにより、巻き取られていたアクチュエータワイヤ212が引き出され、図4(A)中の反時計回りに移動する。

【0059】なお、動力発生部211は、アクチュエータワイヤ212の他端（始端）側に位置している。

【0060】触覚提示ピン214は、ユーザの指腹に接触感覚（接触の有無や強さ等）を与えるために用いられ、指腹に接触する部分である微小な接触板（接触部）214aと、接触板214aを支持する支持部214bとで構成される。支持部214bは、その一端がアクチュエータワイヤ212の途中に固定され、その他端に接触板214aが設けられている。

【0061】この実施形態では、図4(A)に示すように、リアルグローブ20の手袋2aは、指先を装着する（覆う）装着部が2重構造（例えば布などの部材を2枚重ね合わせて、重ね合わせた2枚の部材の間に何らかの部材が収納し得るような構造）になっており、指先を覆っている部分の内部（2重構造の内部）に、前記アクチュエータワイヤ212の一部、ワイヤ保持部213および支持部214bと、触覚提示ピン214のアクチュエータワイヤ212の移動方向への移動を規制する触覚提示ピン支持部215とが設けられている。そして、指が収納される手袋2a内に、支持部214bの一端側が突出し、接触板214aが位置している。

【0062】この実施形態では、その接触板214aは、リアルグローブ20を装着した手の指先に常に接触した状態となっている。なお、これに限らず、接触板214aが指先から離間した状態（接触板214aと指先とが非接触の状態）をとり得るように構成されていてもよい。

【0063】図4(A)では、説明を簡単にするため、1つの単位触覚発生部210（1つの触覚提示ピン214）が代表して示されているが、前述したように、実際には、触覚発生部21は、複数の単位触覚発生部210を有しており、その複数の触覚提示ピン214は、ユーザがリアルグローブ20を装着したときのユーザの指先の指腹に対応する位置に、例えば、指腹に沿って、かつ指腹に対し行列状（マトリックス状）に配置されている。

【0064】各触覚提示ピン214の前後には、それぞ

れ、その触覚提示ピン214の支持部214bのアクチュエータワイヤ212の移動方向への移動を制限する触覚提示ピン支持部215が設けられている。

【0065】なお、前記各触覚提示ピン214は、規則的に配置されていてもよく、また、不規則に配置されていてもよい。

【0066】次に、触覚発生部21による触覚発生動作について説明する。ユーザがリアルグローブ20を装着し、手や指を動かすことによって仮想空間に現れている物体（仮想物体）、すなわち対象物に、その指先（指腹）が仮想的に接触すると、情報処理装置8は、実際に接触があったとした場合の押圧力を計算し、その計算結果にもとづいて動力発生部211のPWMデータ（例えば、モータ211aを回転させるための励磁パターンを示すデータ）に変換する。

【0067】この場合、前記仮想空間（3次元空間）において、予め、互いに直交するX軸、Y軸およびZ軸、すなわちX-Y-Z座標（3次元座標）が想定されており、前記物体の座標と、前記ユーザの指先の座標との一致を検出し、その一致が検出されると、物体の前記座標に相当する部位とユーザの指先の前記座標に相当する部位とが接触したと判別する。ユーザの指先の座標は、後述する位置姿勢検出部23から信号送受信部26を介して情報処理装置8に送信される信号（情報）に基づいて導出される。

【0068】次いで、情報処理装置8は、導出したPWMデータと、実際に接触があったとした場合の接触位置に押圧力を与える接触板214aを動作させる動力発生部211を特定（指定）するためのデータとを、リアルグローブ20に送信する。リアルグローブ20は、受信したPWMデータに応じて、指定された動力発生部211を駆動し、アクチュエータワイヤ212を巻き取る。

【0069】アクチュエータワイヤ212が巻き取られると、指腹に配されているアクチュエータワイヤ212が指腹に沿って指の先端方向に向けて移動し、図4

(B)に示すように、アクチュエータワイヤ212に取付固定されている触覚提示ピン214も、指腹に沿って指の先端方向に向けて移動する。

【0070】この際、図4(C)に示すように、触覚提示ピン214は、触覚提示ピン支持部215によって指の先端方向への移動が制限されるとともに、触覚提示ピン支持部215にガイドされて、図4(C)中上側へ移動する（指腹に向って突出する）。すなわち、触覚提示ピン214の接触板214aが指腹の表面に対しほぼ垂直上方に移動する。触覚提示ピン214の支持部214bは、待機時には（初期状態では）、図4(B)に示すように、垂直方向から指の先端方向に傾斜しており、前記接触板214aがほぼ垂直上方に移動しようとする力が働くことで、その接触板214aが指腹をほぼ垂直方向へ押圧し、これにより、ユーザの手の指腹に押圧力を

与える。

【0071】この動作が、複数の単位触覚発生部210のうちの指定された単位触覚発生部210でなされ、これにより、ユーザの手の指腹に触覚が提示される（与えられる）。よって、ユーザは、仮想空間画像における指腹の物体（対象物）への接触に相当する感覚を、指腹に得ることができる。

【0072】前記指定された単位触覚発生部210において、動力発生部211のモータ211aの駆動が停止し、アクチュエータワイヤ212の巻き取り状態が解除されると、ワイヤ保持部213が復元力（弾性力）によって収縮し、これにより、巻き取られていたアクチュエータワイヤ212が引き出される。

【0073】アクチュエータワイヤ212が引き出されると、指腹に配されているアクチュエータワイヤ212が指腹に沿って指の基端方向（図4(C)中右側）に向けて移動し、アクチュエータワイヤ212に取付固定されている触覚提示ピン214も、指腹に沿って指の基端方向に向けて移動し、触覚提示ピン214は、図4

(B)に示す初期状態に戻る。これにより、触覚提示ピン214からユーザの手の指腹に与えられていた押圧力が実質的に消滅する。

【0074】このような触覚発生部21によれば、指腹に対してほぼ平行に（指腹に沿って）アクチュエータワイヤ212を配置し、そのアクチュエータワイヤ212を巻き取ることによって指腹に対してほぼ垂直な力を与えるようになっているので、触覚を与えるための機構を薄くすることができ、これにより、リアルグローブ20の指腹側の厚みを極力抑えることができる。

【0075】また、アクチュエータワイヤ212の弛みを防止することができ、触覚提示ピン214からユーザの指腹に、より正確かつ確実に目標の大きさの押圧力を与えることができる。

【0076】図5および図6は、それぞれ、力覚発生部22の構成例を示す外観図である。なお、図5は、フレームカバーが取り外された状態を示す。

【0077】図5に示すように、力覚発生部22は、リアルグローブ20を装着したときのユーザの各指の背側に設けられている。なお、力覚発生部22の構成および作用は、ほぼ同様であるので、以下、代表的に、そのうちの1つについて説明する。

【0078】力覚発生部22は、回動可能に連結された複数（本実施形態では6つ）のフレーム221を備えたリンク機構と、各フレーム221を回動させる複数（本実施形態では7つ）のリンクモータ（駆動源）222と、手袋2aに設けられた複数（本実施形態では4つ）のフレームホルダ2bとを有している。

【0079】前記フレームホルダ2bは、ユーザがリアルグローブ20を装着したとき、ユーザの指の第1関節より先端側に位置する装着部と、第1関節と第2関節

(中節骨と基節骨との間の関節)との間に位置する装着部と、第2関節と第3関節との間に位置する装着部と、第3関節(基節骨と中手骨との間の関節)より基端側に位置する装着部とに、それぞれ、設けられている。

【0080】リンク機構は、前記フレームホルダ2bによって、手袋2aの、リアルグローブ20を装着したときのユーザの指の背側に取り付けられている。

【0081】すなわち、リンク機構の先端側(図5中右側)の端部のフレーム221は、ユーザがリアルグローブ20を装着したときに、ユーザの指の第1関節より先端側の部位にその端部が位置するように配置され、このフレーム221の先端部は、フレームホルダ2bに対し、回動可能に設置されている。

【0082】また、リンク機構の基端側(図5中左側)の端部のフレーム221は、ユーザがリアルグローブ20を装着したときに、ユーザの指の第3関節より基端側の部位にその端部が位置するように配置され、このフレーム221の基端部は、フレームホルダ2bに対し、回動可能に設置されている。

【0083】また、リンク機構の残りの各フレーム221は、ユーザがリアルグローブ20を装着したときに、ユーザの指の第1関節と第2関節との間の部位と、第2関節と第3関節との間の部位とに、フレーム連結部が1つおきに位置するように配置され、この1つおきのフレーム連結部において、フレームホルダ2bに対し、回動可能に設置されている。

【0084】各リンクモータ222の駆動力(回転力)は、それぞれ、図示しない動力伝達部を介して、対応するフレーム221に伝達される。すなわち、リンクモータ222が所定方向に回転駆動すると、対応するフレーム221は、所定方向に回動し、これにより、フレーム221の角度が変更(調整)される。

【0085】なお、図5には、前述したアクチュエータワイヤ212の束212aが示されている。

【0086】力覚発生部22の各フレーム221や各リンクモータ222は、それぞれ、図6に示すように、例えば布製のフレームカバー2cの中に収納されている。

【0087】また、図6に示すように、フレームカバー2cの内側には、手や指の所定の部位の位置および姿勢を検出する複数(本実施形態では4つ)の位置姿勢検出部(位置検出手段)23が設置されている。各位置姿勢検出部23は、それぞれ、位置および姿勢を検出する部位(検出位置)に対して一定の位置関係を保持し得るように設けられている。

【0088】すなわち、各位置姿勢検出部23は、それぞれ、この実施形態では、フレームホルダ2bが設けられている位置に固定されている各リンクモータ222に取付固定されている。従って、各位置姿勢検出部23が設けられている部位と、ユーザの手のひら側の所定の部位との位置関係は、一定に保たれる。よって、位置姿勢

検出部23が自己の位置や姿勢を検出することによって、ユーザの手の平側の所定の部位の位置や姿勢を容易かつ正確に導出することができる。

【0089】また、各位置姿勢検出部23は、それぞれ、手の甲側に配置されているので、リアルグローブ20の指腹側の厚みを極力抑えることができる。

【0090】また、図3に示すように、位置姿勢検出部23は、ユーザがリアルグローブ20を装着したとき、リアルグローブ20の腕の基端側の部位に相当する位置にも設置されている。

【0091】これら位置姿勢検出部23により、リアルグローブ20を装着した各指、手、手首、腕などの各部の位置および姿勢を確実に把握することができる。

【0092】次に、力覚発生部22による力覚発生動作について説明する。ユーザがリアルグローブ20を装着し、手や指を動かすことによって仮想空間に現されている物体(仮想物体)、すなわち対象物に、その手や指が仮想的に接触すると、情報処理装置8は、実際に接触があった場合の前記物体から指(指の各関節)への反力を計算し、その計算結果にもとづいて各リンクモータ222のPWMデータ(例えば、リンクモータ222を回転させるための励磁パターンを示すデータ)に変換する。

【0093】前記物体とユーザの手や指との接触の判別は、前記触覚発生部21の場合と同様である。

【0094】情報処理装置8は、導出した各PWMデータと、駆動させる各リンクモータ222を示すデータとをリアルグローブ20に送信する。リアルグローブ20は、受信したデータに応じて、指定された各リンクモータ222を所定方向に回転駆動し、対応する各フレーム221を所定方向に回動させ、各フレーム221の角度を調整、すなわち、リンク機構の両端部のフレーム221の角度および各フレーム連結部の角度をそれぞれ調整する。

【0095】このフレーム221の角度調整により、所定のフレームホルダ2bにそれぞれ所定の大きさの力が加わり、これにより、前記仮想空間に現されている物体からの反力に対応する力がユーザの指の各関節に与えられる。すなわち、指の各関節に対して力覚が提示される(与えられる)。

【0096】ここで、この力覚発生部22は、指の複数の部位に装着する複数の装着部間の間隔を調節する機能を有している(調節手段を兼ねている)。

【0097】例えば、図5に示すように、所定のフレーム221を回動させ、フレーム221の角度を調整することにより、各フレームホルダ2b間の間隔を長くしたり、または、短くしたりすることができる。

【0098】図7は、位置姿勢検出部23の構成例を示すブロック図である。位置姿勢検出部23には、本実施形態では、直交コイル式(直交コイル型)の位置センサが用いられる。すなわち、位置姿勢検出部23は、図7

に示すように、X方向検出コイル231と、Y方向検出コイル232と、Z方向検出コイル233とで構成される。なお、X方向と、Y方向と、Z方向とは、互いに直交している。

【0099】一方、情報処理装置8には、磁界を発生する図示しない磁界発生部が設けられている。この磁界発生部には、例えば、前記位置姿勢検出部23とはほぼ同じ構成のもの、すなわち、直交コイル式（直交コイル型）の磁界発生器（X方向コイル、Y方向コイル、Z方向コイル）が用いられる。

【0100】磁界発生部で発生した磁界は、位置姿勢検出部23で検出される。この場合、磁界発生部のX方向コイル、Y方向コイルおよびZ方向コイルから、順次、磁界を発生し、それぞれを、位置姿勢検出部23のX方向検出コイル231、Y方向検出コイル232およびZ方向検出コイル233の3つのコイルで検出する。

【0101】位置姿勢検出部23によってXYZ各方向について検出された各信号（検出データ）は、それぞれ、信号処理部25の増幅部251にて増幅され、A/D変換部252にてデジタル信号に変換された後、図2に示す信号送受信部26に出力され、この信号送受信部26により情報処理装置8に送信される。

【0102】情報処理装置8では、前記信号を受信し、その信号（情報）に基づいて、リアルグローブ20を装着した各指、手、手首、腕などの各部の位置および姿勢を導出し、その情報を所定の各処理において利用する。

【0103】仮想空間表示装置5には、この実施形態では、顔面に装着して使用する形態のもの、すなわち、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）と呼ばれる眼鏡状の装置が用いられる。

【0104】図8は、仮想空間表示装置5の外観構成例を示す斜視図、図9は、仮想空間表示装置5の回路構成例を示すブロック図である。

【0105】仮想空間表示装置5は、装着者（ユーザ）に対して仮想空間画像を表示する画像表示部51a、51bと、装着者の視線を検出する視線検出部52a、52bと、周囲の画像（映像）を取り込む凹凸入力部53a、53bと、装置全体の制御を行う制御部54と、信号送受信部55と、位置姿勢検出部（位置検出手段）56と、装着部57と、信号処理部58とを備えている。

【0106】図10は、仮想空間表示装置5の凹凸入力部53aの構成例を示す図（ブロック図、模式図）である。

【0107】凹凸入力部53aは、レンズ531と、CCD（撮像素子）532と、CCD制御部533と、CCD出力増幅部534とを有している。

【0108】レンズ531に入射した光（光束）は、そのレンズ531により、CCD532の受光面（撮像面）上に導かれて結像し、その被写体像（周囲の像）は、CCD532により撮像される。このCCD532

の駆動は、CCD制御部533により制御される。

【0109】CCD532から出力された信号は、CCD出力増幅部534で増幅され、その後、凹凸入力部53aから出力され、図9に示す信号処理部58に入力され、所定の信号処理がなされ、信号送受信部55により情報処理装置8に送信される。

【0110】なお、凹凸入力部53bの構成および作用は、前記凹凸入力部53aと同様であるので、その説明は、省略する。

【0111】図11は、仮想空間表示装置5の画像表示部51aの構成例を示す図（ブロック図、模式図）である。

【0112】画像表示部51aは、レンズ511と、レンズ511を移動させるレンズ移動機構512と、ステッピングモータ513と、モータ制御部514と、図示しないカラーフィルタを備えた液晶表示パネル515と、液晶駆動部516と、バックライト517と、バックライト制御部518と、トランジスタ519とを有している。

【0113】画像表示部51aにおいて仮想空間画像を表示する際は、バックライト制御部518の制御により、トランジスタ519がオンし、バックライト517が駆動し、バックライト517から液晶表示パネル515へ光が照射される。

【0114】そして、液晶駆動部516は、表示信号（画像データ）に基づいて、液晶表示パネル515の駆動を制御し、これにより、液晶表示パネル515に仮想空間画像が表示される。

【0115】装着者は、レンズ511および後述する視線検出部52aのハーフミラー521を介し、この液晶表示パネル515に表示された仮想空間画像を視認することができる。

【0116】ステッピングモータ513の駆動は、モータ制御部514により制御され、そのステッピングモータ513が所定方向に回転すると、レンズ移動機構512により、レンズ511は、液晶表示パネル515に接近する方向、すなわち、装着者の目から離間する方向へ移動する。

【0117】また、ステッピングモータ513が前記と逆方向に回転すると、レンズ移動機構512により、レンズ511は、液晶表示パネル515から離間する方向、すなわち、装着者の目に接近する方向へ移動する。

【0118】このレンズ511の位置の変更により、前記仮想空間画像の遠近を変更することができる。

【0119】このレンズ511の位置の調整、すなわち、前記仮想空間画像の遠近の調整は、後述する視線検出部52a、52bで検出される装着者の視線の情報に基づいてなされる。

【0120】なお、画像表示部51bの構成および作用は、前記画像表示部51aと同様であるので、その説明

は、省略する。

【0121】視線検出部52a、52bは、装着者の視線がどの方向にあるか（仮想空間画像のどこに焦点を合せようとしているか）を検出する機能と、セキュリティ情報として利用するための装着者の眼の虹彩パターンを読み取る機能とを有している。

【0122】図12は、仮想空間表示装置5の視線検出部52aの構成例を示す図（ブロック図、模式図）である。

【0123】視線検出部52aは、ハーフミラー521と、可視光を除去し、赤外光を透過させるフィルタ522と、レンズ523と、CCD（撮像素子）524と、CCD制御部525と、CCD出力増幅部526と、赤外光を発するLED（発光ダイオード）527と、LED制御部528と、トランジスタ529とを有している。

【0124】LED527の駆動は、LED制御部528により制御され、そのLED制御部528の制御によりトランジスタ529がオンすると、LED527が駆動し、LED527から赤外光が発せられる。

【0125】LED527から発せられた赤外光は、フィルタ522を透過し、ハーフミラー521でその一部が反射して、装着者の目に照射される。

【0126】そして、装着者の目からの反射光（光束）は、ハーフミラー521でその一部が反射して、フィルタ522を透過し、レンズ523により、CCD524の受光面（撮像面）上に導かれて結像し、その被写体像（装着者の目の像）は、CCD524により撮像される。このCCD524の駆動は、CCD制御部525により制御される。

【0127】CCD524から出力された信号は、CCD出力増幅部526で増幅され、その後、視線検出部52aから出力され、図9に示す信号処理部58に入力され、所定の信号処理がなされ、信号送受信部55により情報処理装置8に送信される。

【0128】情報処理装置8では、前記信号を受信し、その信号（情報）に基づいて、装着者の視線がどの方向にあるか（仮想空間画像のどこに焦点を合せようとしているか）を検出するとともに、装着者の眼の虹彩パターンを読み取り、解析し、セキュリティ情報として利用する。

【0129】一方、レンズ523側からフィルタ522へ入射する可視光は、フィルタ522で除去され、その可視光が装着者の目に照射されてしまうのを阻止することができる。これにより、液晶表示パネル515に表示された仮想空間画像の視認性の低下を防止することができる。

【0130】なお、視線検出部52bの構成および作用は、前記視線検出部52aと同様であるので、その説明は、省略する。

【0131】この仮想空間表示装置5は、2台の画像取込装置（撮像手段）、すなわち、前記凹凸入力部53a、53bによって周囲の画像を撮像して取り込み、情報処理装置8に対して撮像した画像データ（映像データ）を送信する。

【0132】情報処理装置8は、凹凸入力部53a、53bにて撮像された画像、すなわち撮像された画像データから視角差を導出し、その視角差等から得られる周囲の凹凸にもとづいて、仮想空間画像、すなわち仮想空間の画像データを作成する。そして、情報処理装置8は、作成した仮想空間の画像（映像）と、例えば、仮想壁紙や仮想パーソナルコンピュータや仮想本などの所定の仮想物体を周囲の凹凸に合わせて仮想空間に配置するための画像とを合成した合成画像（合成映像）を示す画像データ（映像データ）を仮想空間表示装置5に送信する。

【0133】仮想空間表示装置5は、情報処理装置8からの画像データにもとづいて、その画像を画像表示部51a、51bを用いて表示する。

【0134】また、仮想空間表示装置5は、装着されているリアルグローブ20、すなわち、ユーザの手や腕が画像表示部51a、51bにより表示されている画像の領域内に入っている場合には、その手や腕に対応する画像も、画像表示部51a、51bに表示する。

【0135】この場合、前述したように、リアルグローブ20に設けられている複数の位置姿勢検出部23の検出データが情報処理装置8に送信されることで、リアルグローブ20の位置および姿勢、すなわち、ユーザの各指、手、手首、腕等は情報処理装置8にて認識される。すなわち、情報処理装置8は、逐一、リアルグローブ20からの前記検出データにもとづいて、ユーザの各指、手、手首、腕等の位置および姿勢を特定し、それらが画像表示部51a、51bにより表示されている画像の領域内に入っている場合には、それらを示す仮想空間画像を作成し、その画像を基礎の画像に合成して、合成画像（合成画像の画像データ）を得、その画像データを仮想空間表示装置5に送信する。

【0136】従って、ユーザの手や腕が画像表示部51a、51bにより表示されている画像の領域内に入っている場合には、その手や腕に対応する画像が、画像表示部51a、51bに表示される。

【0137】そして、リアルグローブ20を装着した手や指の実際の動作に連動し、画像表示部51a、51bに表示されている仮想空間画像においてその手や指が動く。

【0138】位置姿勢検出部56は、仮想空間表示装置5の位置および姿勢、すなわち、装着者の顔面（頭部）の位置および姿勢を検出するためのセンサである。この位置姿勢検出部56には、本実施形態では、直交コイル式の位置センサ、すなわち、前記位置姿勢検出部23と同様のものが用いられる。

【0139】位置姿勢検出部56からの信号(検出データ)は、信号処理部58に入力され、所定の信号処理がなされ、信号送受信部55により逐一情報処理装置8に送信される。情報処理装置8は、この検出データに基づいて、逐一仮想空間画像を更新する。

【0140】従って、例えば仮想空間表示装置5を装着したユーザが首を動かした場合には、画像表示部51a、51bに表示される仮想空間画像は、ユーザが向いている方向に合致した画像となるように変化する。

【0141】次に、触覚・力覚提示システム1の動作(作用)について説明する。ここでは、ユーザが、触覚・力覚提示システム1を利用して、仮想空間に現れている仮想パーソナルコンピュータの操作を行う場合を例に説明する。

【0142】ユーザは、各部の電源を入れ、リアルグローブ20を両手にそれぞれ装着し、眼鏡状の仮想空間表示装置5をかける(顔面に装着する)。すると、仮想空間表示装置5の画像表示部51a、51bに、仮想パーソナルコンピュータを含む仮想空間画像が表示される。

【0143】また、ユーザの腕が画像表示部51a、51bで表示されている仮想空間画像内に入るようにすれば、情報処理装置8にて作成されたその手や腕の画像が仮想空間画像に仮想物体として表示される。そして、ユーザが手や指を動かした場合には、その実際の手や指の動きに連動して、仮想空間画像において、表示されている手や指が動く。

【0144】情報処理装置8は、仮想空間画像における対象物、すなわち本実施形態では、例えば、仮想パーソナルコンピュータの一部(例えばキーボード)と、ユーザの指の一部が同一座標となったことを検出すると、リアルグローブ20に対して、触覚および力覚を発生させるための指示を行う。具体的には、リアルグローブ20に対して、駆動させる動力発生部211およびその駆動に用いるPWMデータや、駆動させるリンクモータ222およびその駆動に用いるPWMデータなどを送信する。

【0145】リアルグローブ20は、情報処理装置8からの指示に従って、指定された各動作発生部211を、それぞれ、指定されたトルクで指定された時間だけPWM制御により駆動する。これにより、仮想パーソナルコンピュータの一部と同一座標となった部分に配置されている各触覚提示ピン214の接触板214aが突出し、仮想パーソナルコンピュータの一部と同一座標となったユーザの各指先に対して触覚が与えられる。すなわち、各指先に、接触感覚、質感、形状、強さ等の感覚が与えられる。

【0146】同時に、リアルグローブ20は、情報処理装置8からの指示に従って、指定された各リンクモータ222を、それぞれ、指定されたトルクで指定された時間だけPWM制御により駆動する。これにより、実在す

るパーソナルコンピュータの例えばキーボードに触れているときに各指の各関節に与えられる力覚、すなわち、前記各指の各関節に与えられる押圧力(反力)に相当する力がユーザの各指の各関節に対して与えられる。

【0147】また、ユーザが、さらに仮想パーソナルコンピュータのキーを押し込む方向に指を動かすと、指の座標変化に合わせて、画像表示部51a、51bに、キーを押し込む様子を示す仮想空間画像が表示される。

【0148】この場合、情報処理装置8は、押下されたキーにもとづく表示状態の変化を仮想空間画像で再現するための仮想空間画像の画像データを生成して仮想空間表示装置5に送信する処理を行い、仮想空間表示装置5は、前記情報処理装置8からの仮想空間画像の画像データにもとづいて、仮想パーソナルコンピュータのディスプレイにキーの押下が反映された表示がなされる画像を表示する。

【0149】以上説明したように、この触覚提示装置2によれば、仮想空間画像に応じて、各指に対して力覚および触覚をそれぞれ正確かつ確実に提示することができる。

【0150】これにより、ユーザは、仮想空間における動作(操作)を、快適に、容易かつ確実に、行うことができる。

【0151】特に、触覚発生部21において、アクチュエータワイヤ212の弛みを防止することができ、各触覚提示ピン214からそれぞれユーザの各指腹に、より正確かつ確実に目標の大ききの押圧力を与えることができる。

【0152】これにより、ユーザは、仮想空間画像における各指腹の物体(対象物)への接触に相当する感覚を、より正確かつ確実に各指腹で感じることができる。

【0153】また、触覚発生部21では、各指腹に対してほぼ平行に(指腹に沿って)アクチュエータワイヤ212が配置され、そのアクチュエータワイヤ212を巻き取ることによって各指腹に対してほぼ垂直な力を与えるようになっているので、触覚を与えるための機構を薄くすることができ、これにより、リアルグローブ20の指腹側の厚みを極力抑えることができる。

【0154】また、力覚発生部22はリンク機構を有しているので、指を伸ばしている状態、指を曲げている状態のいずれにおいても対応することができ、これにより、より確実に、各指に対して力覚を与えることができる。

【0155】なお、上述した実施形態では、使用例として仮想空間画像にて表示されているパーソナルコンピュータを仮想的に操作する場合について説明したが、本発明では、これに限らず、例えば、仮想本などの他の物品を取扱うために使用することもできる。仮想本を取扱う場合には、例えば、仮想本の縁をさわったりページをめくったりするときに、実際の本の縁をさわったりページ

をめぐったりするときに指に加わる触感や力感を感じることができる。

【0156】また、本発明では、仮想空間画像が表示されなくてもよい。すなわち、仮想空間画像に対応した所定のデータがあり、そのデータに基づいて、指に対して触覚や力覚を提示するよう構成されていてもよい。

【0157】次に、本発明の触覚提示装置の第2実施形態について説明する。図13は、第2実施形態の触覚提示装置の触覚発生部の構成例を示す縦断面図である。

【0158】以下、第2実施形態の触覚提示装置2について、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0159】図13(A)に示すように、第2実施形態の触覚提示装置2では、その触覚発生部21の各单位触覚発生部(アクチュエータ)210は、それぞれ、モータ(駆動源)211aを備える動力発生部(移動手段)211と、長手方向に移動可能に設置されたアクチュエータワイヤ(可撓性を有する線状体)212と、触覚を発生させるために指腹を押圧する触覚提示部216とを有している。

【0160】触覚提示部216は、ユーザの指腹に接触感覚(接触の有無や強さ等)を与えるために用いられ、例えば、板バネのような弾性を有する部材(弾性体)で形成される。この場合、触覚提示部216は、適度な剛性を有するのが好ましく、例えば、各種金属で構成された弾性体で形成することができる。

【0161】この触覚提示部216は、第1の板片(押圧部)216aと、第2の板片(スライド部)216bとで構成されている。第1の板片216aと第2の板片216bとは、一端側において接合されており、第1の板片216aの他端側には、指腹に接触する部分である微小な接触部216cが設けられている。この接触部216cは、例えば、第1の板片216aの端部を第2の板片216b側に向けて屈曲させることによって形成することができる。

【0162】また、触覚提示部216の前記一端側、すなわち、図13(A)中左側の端部は、図13(A)中下側に凸となるように湾曲している。

【0163】第1の板片216aと、第2の板片216bとの間には、第1の板片216aの移動方向を規制する円柱状のガイド部(移動方向規制手段)217が設置されている。

【0164】また、触覚提示部216の図13(A)中下側には、押え板218が設置されており、触覚提示部216は、この押え板218に沿って移動(スライド)し得るようになっている。この場合、触覚提示部216は、その図13(A)中左側の端部が湾曲しているので、円滑かつ確実に移動することができる。

【0165】前記ガイド部217は、押え板218に固定され、押え板218は、手袋2aに固定されている。

すなわち、ガイド部217および押え板218は、共に、手袋2aに対して固定的に設置されている。

【0166】また、触覚提示部216の第2の板片216bの図13(A)中右側の端部には、アクチュエータワイヤ212の一端が固定されている。

【0167】動力発生部211のモータ211aの駆動によりアクチュエータワイヤ212が巻き取られると、そのアクチュエータワイヤ212は、指腹に沿って図13(A)中右側(指の基端方向)に移動し、これとともにアクチュエータワイヤ212に取付固定されている触覚提示部216も指腹に沿って図13(A)中右側に移動する。

【0168】この際、図13(B)に示すように、触覚提示部216の第1の板片216aは、ガイド部217によって図13(B)中右側への移動が制限されるとともに、ガイド部217にガイドされて、図13(B)中上側へ移動する(指腹に向かって突出する)。すなわち、触覚提示部216が弾性変形し、その第1の板片216aの姿勢が図13(B)に示す姿勢に変更されることで、接触部216cは、指腹の表面に対しほぼ垂直上方に移動する(押し上げられる)。

【0169】一方、アクチュエータワイヤ212は、触覚提示部216の復元力(弾性力)により、図13(B)中左側(第1の板片216aを突出させるときのアクチュエータワイヤ212の移動方向と逆方向)に付勢される。すなわち、この触覚提示部216(第1の板片216a)は、付勢手段を兼ねる。

【0170】前記接触部216cがほぼ垂直上方に移動しようとする力が働くことで、その接触部216cが指腹をほぼ垂直方向へ押圧し、これにより、ユーザの手の指腹に押圧力を与える。

【0171】この動作が、複数の単位触覚発生部210のうちの指定された単位触覚発生部210でなされ、これにより、ユーザの手の指腹に触覚が提示される(与えられる)。よって、ユーザは、仮想空間画像における指腹の物体(対象物)への接触に相当する感覚を、指腹に得ることができる。

【0172】前記指定された単位触覚発生部210において、動力発生部211のモータ211aの駆動が停止し、アクチュエータワイヤ212の巻き取り状態が解除されると、触覚提示部216の復元力(弾性力)と、ユーザの指からの圧力によって、触覚提示部216は、図13(A)に示す初期状態に戻る。これにより、触覚提示部216からユーザの手の指腹に与えられていた押圧力が実質的に消滅する。

【0173】この触覚提示装置2によれば、前述した第1実施形態の触覚提示装置2と同様の効果が得られる。

【0174】以上、本発明の触覚提示装置を、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任

意の構成のものに置換することができる。

【0175】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、仮想空間画像（仮想空間映像）に応じて、指に対して触覚を正確かつ確実に提示することができる。

【0176】これにより、ユーザ（使用者）は、仮想空間における動作（操作）を、快適に、容易かつ確実に、行うことができる。

【0177】また、力覚発生手段を有する場合には、仮想空間画像に応じて、指に対して力覚を正確かつ確実に提示することができる。

【0178】これにより、ユーザは、より一層、快適に、容易かつ確実に、仮想空間における動作を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の触覚提示装置の第1実施形態およびその触覚提示装置を有する触覚・力覚提示システムの構成例を示す概念図である。

【図2】 図1に示すリアルグローブの回路構成例を示すブロック図である。

【図3】 図1に示すリアルグローブの外観構成例を示す外観図（一部図示を省略）である。

【図4】 図1に示すリアルグローブの触覚発生部の構成例を示す縦断面図である。

【図5】 図1に示すリアルグローブの力覚発生部の構成例を示す外観図である。

【図6】 図1に示すリアルグローブの力覚発生部の構成例を示す外観図である。

【図7】 図1に示すリアルグローブの位置姿勢検出部の構成例を示すブロック図である。

【図8】 図1に示す仮想空間表示装置の外観構成例を示す斜視図である。

【図9】 図1に示す仮想空間表示装置の回路構成例を示すブロック図である。

【図10】 図1に示す仮想空間表示装置の凹凸入力部の構成例を示す図（ブロック図、模式図）である。

【図11】 図1に示す仮想空間表示装置の画像表示部の構成例を示す図（ブロック図、模式図）である。

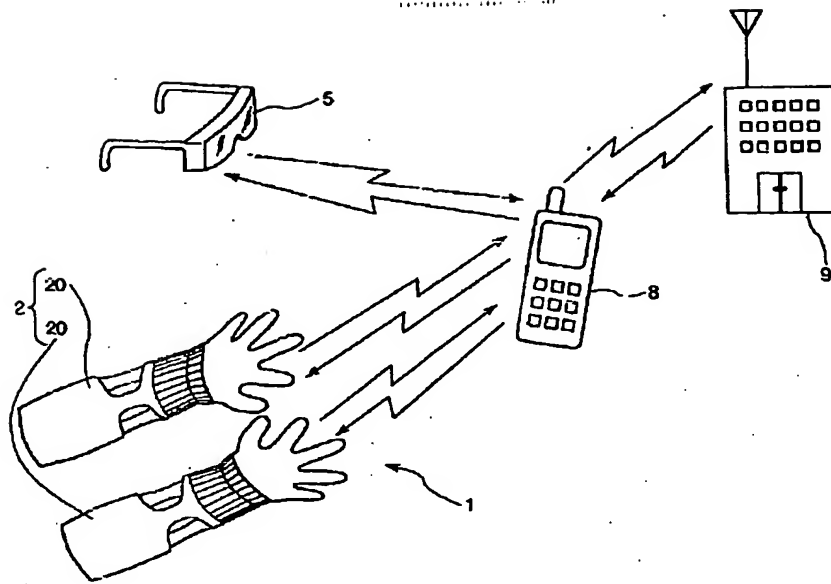
【図12】 図1に示す仮想空間表示装置の視線検出部の構成例を示す図（ブロック図、模式図）である。

【図13】 第2実施形態の触覚提示装置の触覚発生部の構成例を示す縦断面図である。

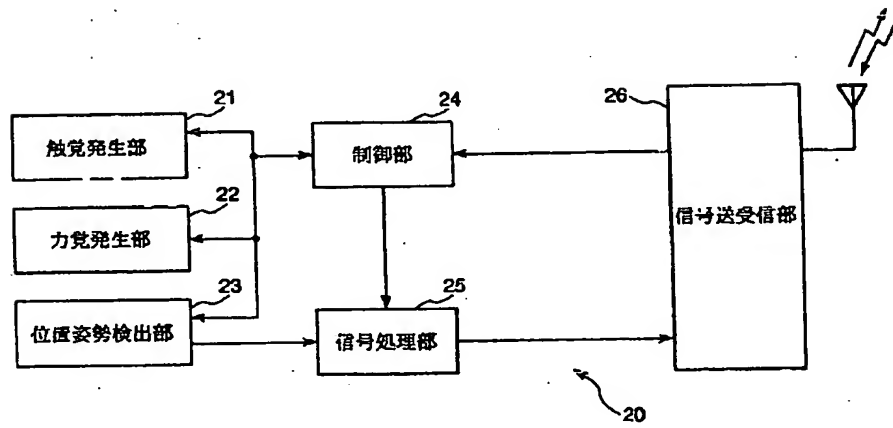
【符号の説明】

1・・・触覚・力覚提示システム、2・・・触覚提示装置、20・・・リアルグローブ、2a・・・手袋、21a・・・開口、2b・・・フレームホルダ、2c・・・フレームカバー、21・・・触覚発生部、210・・・単位触覚発生部、211・・・動力発生部、211a・・・モータ、212・・・アクチュエータワイヤ、212a・・・束、213・・・ワイヤ保持部、214・・・触覚提示ピン、214a・・・接触板、214b・・・支持部、215・・・触覚提示ピン支持部、216・・・触覚提示部、216a・・・第1の板片、216b・・・第2の板片、216c・・・接触部、217・・・ガイド部、218・・・押え板、22・・・力覚発生部、221・・・フレーム、222・・・リンクモータ、23・・・位置姿勢検出部、231・・・X方向検出コイル、232・・・Y方向検出コイル、233・・・Z方向検出コイル、24・・・制御部、25・・・信号処理部、251・・・増幅部、252・・・A/D変換部、26・・・信号送受信部、27、28・・・ストップパ、29・・・ねじれ吸収部、30・・・電力供給部、5・・・仮想空間表示装置、51a、51b・・・画像表示部、511・・・レンズ、512・・・レンズ移動機構、513・・・ステッピングモータ、514・・・モータ制御部、515・・・液晶表示パネル、516・・・液晶駆動部、517・・・バックライト、518・・・バックライト制御部、519・・・トランジスタ、52a、52b・・・視線検出部、521・・・ハーフミラー、522・・・フィルタ、523・・・レンズ、524・・・CCD、525・・・CCD制御部、526・・・CCD出力増幅部、527・・・LED、528・・・LED制御部、529・・・トランジスタ、53a、53b・・・凹凸入力部、531・・・レンズ、532・・・CCD、533・・・CCD制御部、534・・・CCD出力増幅部、54・・・制御部、55・・・信号送受信部、56・・・位置姿勢検出部、57・・・装着部、58・・・信号処理部、8・・・情報処理装置、9・・・基地局

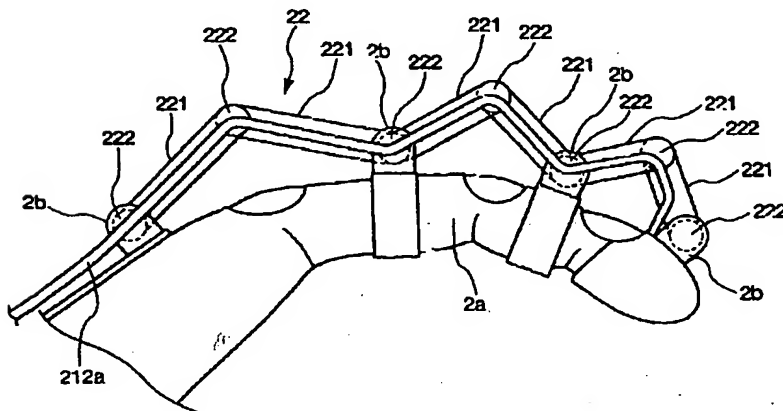
【図1】



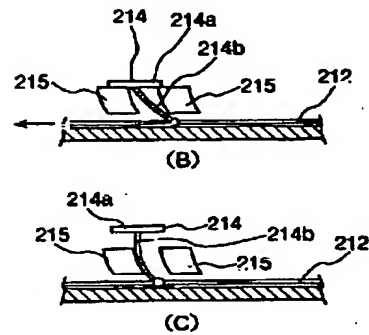
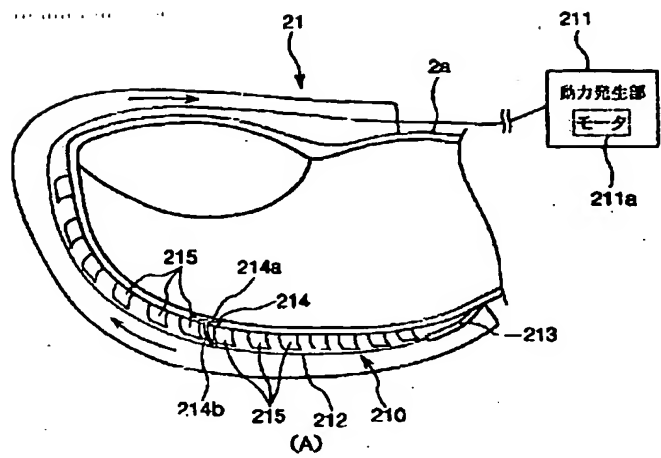
【図2】



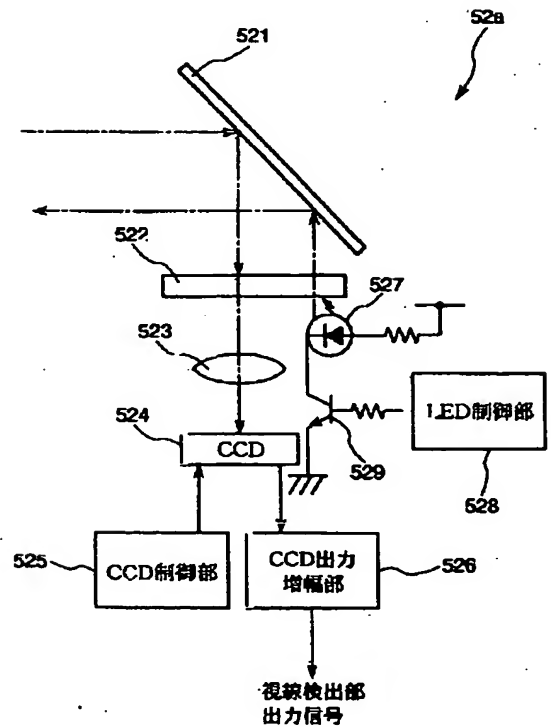
【図5】



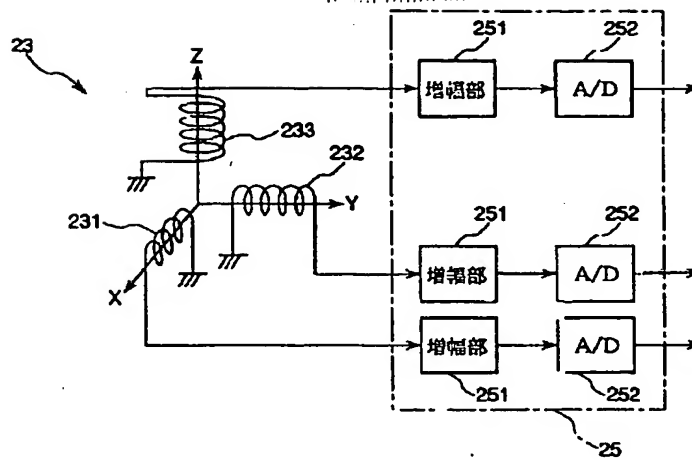
【図4】



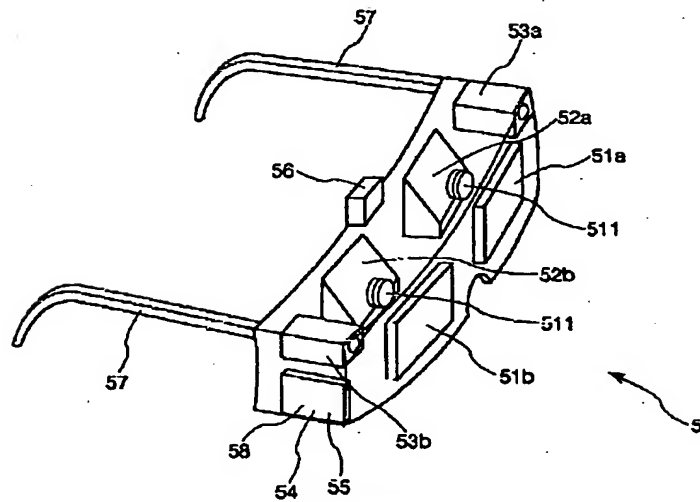
【图 12】



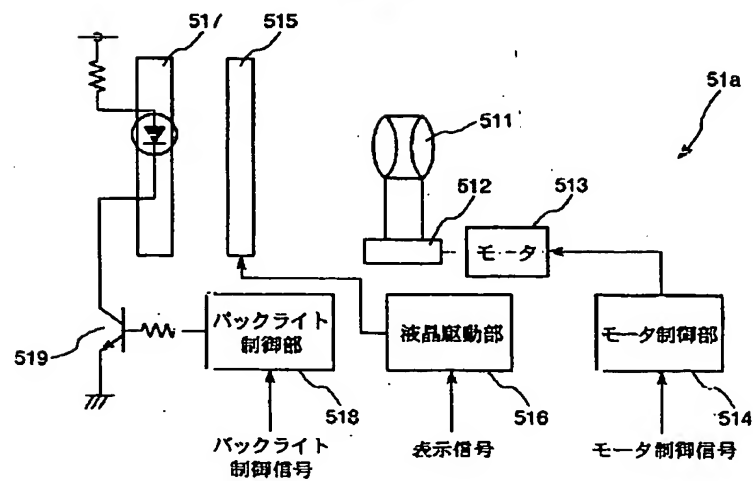
【図7】



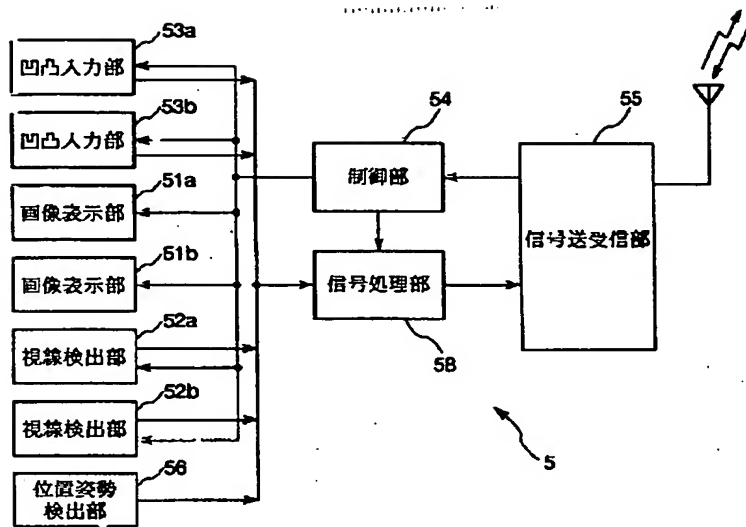
【図8】



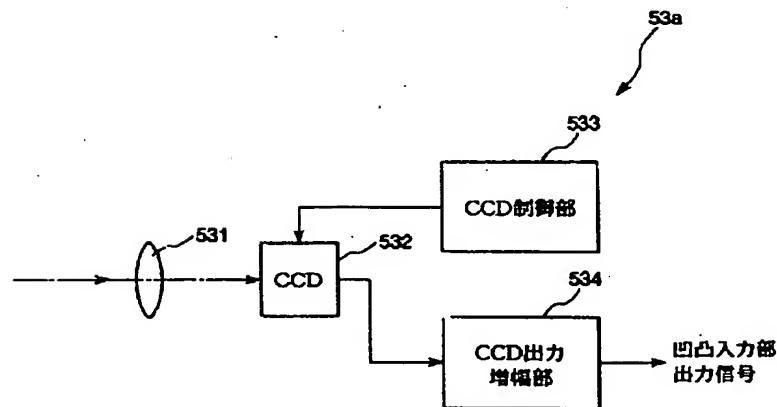
【図11】



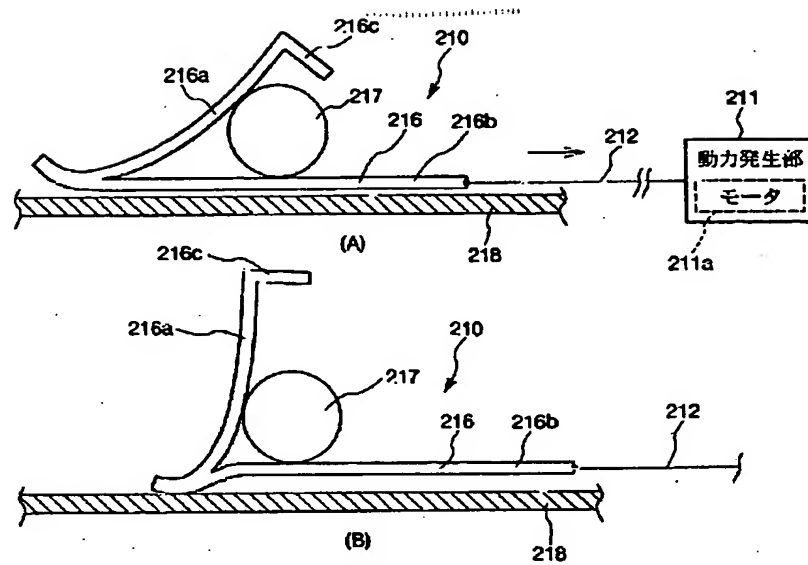
【図9】



【図10】



【図13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C007 ES07 EV22 EW00 HS27
5E501 AA02 AA04 AC15 BA05 CA04
CB14 CC09 FA36